

سازمان برنامه و بودجه



مشخصات فنی عمومی اسکلت فولادی ساختمان

این نشریه پیش‌نویس مشخصات فنی عمومی برای ساخت و نصب اسکلت فلزی ساختمانها میباشد که چندی قبل با استفاده از خدمات مهندسان مشاور تکنولوگ به دو زبان فارسی و انگلیسی تهیه شد و اینک ضمن قدردانی از زحمات کارشناسان موسسه مذکور در اختیار دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور قرار میگیرد .

امید است متخصصین فسن با مطالعه این مشخصات نظریات اصلاحی خود را ابراز دارند که در تهیه متن نهائی مورد استفاده قرار گیرد .

دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی

فهرست مند رجعات

قسمت اول - مقررات کلی

<u>صفحه</u>	<u>شرح</u>	<u>ردیف</u>
۱	دامنہ کار	۱-۱
۱	استاندارد ہا و آئین نامہ ہا	۲-۱
۱ الی ۲	نمونہ و آزمائش	۳-۱
۲	ارجحیت	۴-۱
۲	بازرسی	۵-۱

قسمت دوم - مشخصات فولاد ساختمانی

۳	طبقہ بندی مشخصات	۱-۲
۴ الی ۷	کنترل مشخصات فولاد ساختمانی	۲-۲

قسمت سوم - اتصالات قطعہ فولاد ساختمانی

۸	کلیات	۱-۳
۸ الی ۱۸	اتصالات بوسیله جوشکاری	۲-۳
۱۸ الی ۲۶	اتصالات پیچ و مہرہا ی	۳-۳
۲۲ الی ۳۲	اتصالات پرچی	۴-۳

قسمت چہارم - ساخت اسکلت فولادی در ساختمانی

۳۳	کلیات	۱-۴
۳۳ الی ۳۴	انجام کار	۲-۴

<u>صفحه</u>	<u>شرح</u>	<u>ردیف</u>
۳۴	نقشه‌های اجرایی	۳-۴
۳۵	مصالح	۴-۴
۳۵	علامت گذاری بوسیله الگو	۵-۴
۳۶	علامت گذاری	۶-۴
۳۶	ساخت	۷-۴
۳۶ الی ۳۸	برش	۸-۴
۳۸ الی ۴۰	سوراخ کردن	۹-۴
۴۰	فصله آزاد	۱۰-۴
۴۱	خم کردن	۱۱-۴
۴۲	تراشکاری	۱۲-۴
۴۲ الی ۴۳	الگوسازی	۱۳-۴
۴۳	زیرسری ستونها و خریاها	۱۴-۴
۴۳	اعضاه استوانه‌ای توخالی	۱۵-۴
۴۳ الی ۴۵	مونتاژ درکارخانه	۱۶-۴
۴۵ الی ۴۶	حدود اشتباه مجاز ساخت	۱۷-۴
۴۶ الی ۴۷	رنگ آمیزی درکارخانه	۱۸-۴
۴۷ الی ۴۸	بازدید از عملیات ساخت	۱۹-۴
	حمل و نقل اسکلت فولادی	۲۰-۴
۴۸ الی ۵۰	یا اجزاه آن به پای کار و محل نصب	

قسمت پنجم - نصب اسکلت فلزی

۵۱	کلیات	۱-۵
۵۱	نقشه‌های نصب	۲-۵
۵۲	کارگاه و وسائل	۳-۵

<u>صفحه</u>	<u>شرح</u>	<u>ردیف</u>
۵۲ الی ۵۳	تحويل قطعات فابريك	۴-۵
۵۳	جابجا کردن و نگهداری قطعات	۵-۵
۵۴	داربست	۶-۵
۵۴	نصب قطعات	۷-۵
۵۵	پیش بینی های ایمنی در نصب	۸-۵
۵۵ الی ۵۸	نصب در محل	۹-۵
۵۸	انحرافات مجاز در نصب	۱۰-۵
۵۸ الی ۵۹	رنگ کاری پس از نصب	۱۱-۵
۵۹	تمیزکاری	۱۲-۵
۵۹ الی ۶۰	بازدید نصب و پذیرش	۱۳-۵

قسمت ششم - ضمیمه‌ها

۶۱ الی ۶۲	راست نمودن مصالح فولادی	۱-۶
	انحرافات مجاز حاصله از ساخت	۲-۶
۶۳ الی ۶۴	درکارخانه	
۶۵ الی ۶۶	انحرافات مجاز در نصب	۳-۶

قسمت اول

مقررات کلیه

۱-۱ دامنه کار

کارهای اسکلت فلزی شامل تهیه کارگر، مصالح، وسایل و دستگاهها و انجام کلیه کارهای لازم برای اجرای کامل کارهای اسکلت فلزی بر طبق نقشهها و مقررات اسناد قرارداد با رضایت کامل دستگاه نظارت میباشد.

۲-۱ استانداردها و آئین نامهها

کلیه مصالح باید مطابق استانداردهای مربوطه ایران و همچنین سایر ملزومات مندرج در این مشخصات فنی - عمومی باشد. مصالحی که برای آن استاندارد ایرانی تهیه نشده و یا مصالحی که در این مشخصات فنی - عمومی ذکر نشده اند باید مطابق با استانداردهای بین المللی مورد قبول دستگاه نظارت باشد.

۳-۱ نمونه و آزمایش

- الف - کلیه مصالح و کارها مشمول آزمایشات مندرج در این مشخصات فنی - عمومی و یا آزمایشات خواسته شده دیگر از طرف دستگاه نظارت خواهد بود.
- ب - در صورت درخواست دستگاه نظارت، پیمانکار موظف است به هزینه خود و قبل از شروع کار تعداد کافی نمونه برای تصویب در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد و اسناد و دلایل کافی نسبت به مناسب بودن مصالح

مقررات کلی

و مرفوعیت کار ارائه نماید .

ج - مصالح حمل شده بکارگاه که بهر عنوان نامرغوب تر از نمونه های مورد تصویب باشند و یا بر طبق مشخصات نباشد مردود شناخته شده و باید از محوطه کارگاه خارج شود .

۴-۱ ارجحیت

هرگاه بین مندرجات این مشخصات فنی - عمومی و نقشه های مربوطه تناقضی دیده شود ارجحیت آن مطابق مفاد ماده ۲ پیمان با نقشه ها خواهد بود .

۵-۱ بازرسی

پیمانکار موظف است که تسهیلات لازم را جهت بازدید دستگاه نظارت در کلیه اوقات از کارگاهها ، انبارها ، و محل کار فراهم نماید . فراهم آوردن اینگونه تسهیلات توسط پیمانکار بهیچوجه از مسئولیت های محوله به او که در مدارک پیمان ذکر شده است نخواهد کاست .

قسمت دوم

مشخصات فولاد ساختمانی

۱-۲ طبقه بندی مشخصات

الف - مشخصات عمومی : کلیه آهن آلات اسکلت فولادی ساختمانی باید مطابق استاندارد های ایرانی بوده و حداقل دارای مشخصات زیر باشند :

۱- فولاد نرمه معمولی

تنش درجاری شدن	۲۲۰۰ ± ۱۰۰ کیلوگرم برسانتیمترمربع
مقاومت کشش نهائی	۳۷۰ کیلوگرم برسانتیمترمربع
درصد ازدیاد طول در	
مقاومت کشش نهائی	۲۲٪ - ۲۵٪

۲- فولاد اعلی

تنش درجاری شدن	۳۶۰۰ ± ۱۰۰ کیلوگرم برسانتیمترمربع
مقاومت کشش نهائی	۵۲۰ کیلوگرم برسانتیمترمربع
درصد ازدیاد طول	
در مقاومت کشش نهائی	۲۲٪

ب - مشخصات اختصاصی : بکاربردن آهن آلات اسکلت فولادی ساختمانی که دارای خواص فیزیکی و شیمیایی بخصوصی باشند در صورتیکه دارای گواهی آزمایشهای مختلف از آزمایشگاههای واجد شرایط بوده و مورد تصویب دستگاه نظارت باشند بلامانع خواهد بود .

۲-۲ کنترل مشخصات فولاد ساختمانی

الف - کیفیت عمومی : آهن آلات اسکلت فولادی ساختمانها باید عاری از هرگونه معایب سطحی و یادرونی که موجب تقلیل مقاومت و یاروام آنها شده و یا در نما و سطوح ظاهری آن تاثیر میگذارد باشد .

ب - آزمایشات : دستگاه نظارت مختار است که نتایج آزمایشات بعمل آمده بر محصولات کارخانه نورد فولاد دراپذیرفته و بعد تقاضای بازدید محصولات را قبل از ارسال آنها از کارخانه بنماید و یا تقاضای انجام آزمایشات منور نظر را در حضور نماینده خود در کارخانه نورد فولاد درخواستر شود . باز دید فولاد ساختمانی قبل از حمل آن بکارگاه از وظایف دستگاه نظارت بسود هو مضافاً اینکه دستگاه نظارت میتواند در هر زمان از هر . (تن فولاد ساختمانی ارسال بکارگاه آزمایشات زیر را خواستار شود :

- آزمایش مقاومت کششی وازدیاد طول

- آزمایش خمش سرد

- آزمایش خمش در اثر ضربه

- آزمایش ترکیبات شیمیائی

ج - ترمیم معایب

۱- صافکاری و راست کردن : کلیه آهن آلات اسکلت فلزی ساختمانها باید راست و مستقیم بوده و دارای پیچیدگی و یا کمانش بیش از حد مجاز نباشد ، یعنی نسبت حداکثر انحنا به طول بیش از ۱۰۰۰ : ۱ نبوده و حداکثر مطلق انحنا در هیچ صورت بیش از ۱۰ میلیمتر نباشد ، مگر اینکه انحنا موجود بدلیل طرح آرشیتکت باشد . چنانچه صافکاری و یا تسطیح آهن آلات اسکلت فولادی ساختمانها

مشخصات فولاد ساختمانی

ضروری باشد باید بوسیله غلطک، پرس و یا ماشین مناسب دیگری که بطور کلی هیچگونه آسیبی به فولاد ساختمانی وارد نسازد (صافکاری بوسیله چکش مجاز نمیباشد) بصورت زیر انجام شود:

الف - صافکاری و راست نمودن آهن آلات اسکلت فولادی ساخته آنها

در شرایط عادی: صافکاری و راست نمودن آهن آلات اسکلت فولادی ساختمانها در شرایط عادی (درجه حرارت های معمولی) در صورتیکه انحناء و یا کمانش آن از مقدار بیریکه در پیوست شماره ۱ ذکر گردیده تجاوز ننماید مجاز خواهد بود.

ب - صافکاری و راست نمودن آهن آلات اسکلت فولادی ساختمانها

بکمک حرارت: صافکاری و راست نمودن آهن آلات اسکلت فولادی ساختمانها که انحناء و کمانش آن از مقدار بیریکه در پیوست شماره ۱ ذکر گردیده تجاوز نماید باید تحت حرارت ۷۰۰ درجه سانتیگراد (در محل رفع عیب) انجام شود. صافکاری و راست نمودن آهن آلات تحت درجه حرارت های بسیار بالا تا حدیکه رنگ محل تحت حرارت آبی شود مجاز نیست.

۲- فولاد ساختمانی دارای رگه های مجوف

بکاربردن ورق، تسمه و یا سایر اعضا ساختمانی فولادی که باربر بوده و دارای رگه های مجوف (خلل و فرج) میباشند مجاز نخواهد بود.

۳- ورقه ورقه شدگی

اعضای مهم اسکلت فولادی ساختمان که در سطوح آنها ورقه ورقه شدگی مشاهده شود در صورت موافقت دستگاه نظارت

مشخصات فولاد ساختمانی

سطوح مذکور باید کاملاً تراشیده و سپس بوسیله جوش و یا اضافه نمودن قطعات فولادی مناسب تقویت و آنگاه بکاربرده شوند.

۴- کمانش جان شاه تیر

رفع کمانشها ایگه در جان شاه تیر بوجود آمده امکان پذیر نیست. در چنین مواردی فقط در صورت موافقت دستگانه نظارت میتوان برای رفع عیب موجود يك صفحه فولادی تقویتی در محل فرورفتگی جان شاه تیر جوش داد.

۵- تاب خوردگی

هرگونه تاب خوردگی در آهن آلات اسکلت فولادی ساختمانها باید بدون صدمه رساندن بآنها برطرف شود. در غیر این صورت از بکاربردن آهن آلات مزبور باید خودداری شود.

۶- مقدار جوش

الف - هر نوع جوشکاری چنانچه کمتر از مقدار لازم تشخیص داده شود مورد قبول نخواهد بود.

ب - هر نوع جوشکاری چنانچه بیش از مقدار لازم باشد در صورتیکه به نما و ظاهر عضو لطمه ای وارد نسازد میتواند (در صورت موافقت دستگانه نظارت) مورد قبول باشد.

۷- خیز (قوس گرده ماهی)

الف - خیز منتهجه از خورد : مقدار اضافه خیز تیر آهن ها و ناود آنها

مشخصات فولاد ساختمانی

که بیش از حد مجاز که در نقشه‌ها ذکر گردیده میباشند باید با صافکاری مرتفع گردد .

ب - شیز بوجود آمده در کارگاه : تیر آهن‌هایی که در کارگاه خیزی بیش از حد و درگرفته در نقشه‌ها در آنها بوجود آید باید به وسیله پرس مناسب و یا با استفاده از شعله و بریدن تکه‌هایی از بال محذوب آنها اصلاح شوند .

۸- مصالح ترك خورده

الف - بکاربردن آهن آلات ساختمانی که در آنها ترك مشاهده شود مجاز نخواهد بود .

ب - تعویضی : هرگونه تزییر در اندازه ، مقطع و یا جزئیات اجرایی اعضا اسکلت فولادی ساختمانها باید بازکرد لائل و یا نقشه‌های شاخص تغییرات از طرف پیمانکار به دستگاه نظارت جهت تصویب ارائه شود . در صورتیکه تغییرات و یا جزئیات پیشنهادی مورد تصویب دستگاه نظارت قرار گیرد اجرای آنها بلا مانع خواهد بود .

ج - عدم قبول مصالح : کلیه مصالحی که دارای شکافتگی ، ورقه ورقه شدگی ، تاب خوردگی ، انحناء غیر مجاز و چین خوردگی و یا هر نوع عیب دیگری باشند مورد قبول نبوده و دستگاه نظارت مجاز است که در هر موقع تا قبل از تحویل نهائی گاره هر قسمت از تار اسکلت فولادی را که به هر زحیح و یا مطابق مشخصات فنی انجام نشده باشد تصویب ننماید .

قسمت سوم

اتصالات تطبیقات فولادی ساختمانها

۱-۳ کلیات

بطور کلی با در نظر گرفتن نوع ساختمانها و طرح مربوطه اتصالات اعضای اسکلت فلزی ساختمانها بوسیله جوشکاری، پیچ و مهره و یا پیچ انجام میشوند. عملیات جوشکاری باید با مندرجات نشریه های شماره ۲۰ و ۲۱ و ۲۲ و ۲۳ و ۲۴ و ۲۶ و ۲۷ فتر تحقیقات و استانداردهای فنی سازمان برنامه و بودجه مطابقت داشته باشد.

۲-۳ اتصالات بوسیله جوشکاری

الف - مصالح ضروری و بارزنگهداری آنها

۱- الکترودهای جوشکاری

الف - مشخصات الکترودهای جوشکاری از نوع فولاد معمولی و یا سخت باید با مشخصات ذکر شده در استانداردهای موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مطابقت نماید.

ب - بنابر بردن الکترودها عینکه پوشش روغنی آنها به علت رطوبت و یا ضربت لایحه دیده باشد مجاز نخواهد بود.

۲- سیم جوشکاری - سیم جوشکاری باید دارای از هر نوع مواد ناخالص باشد و دارای سطحی بدون روغن و زندگی زدگی بوده و ساخت کارخانه مورد تأیید دستگاه نظارت باشد.

۳- فلوی جوشکاری : فلوی جوشکاری باید دارای خواص تلیائی بوده و از نوع متناسب با شرایط مکانیکی و فشاری که به

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

آن وارد میشود باشد . حین جوشکاری رطوبت فلو نباید از ۰/۱٪ تجاوز نماید .

۴- نگهداری مصالح جوشکاری : پیمانکار موظف است کلیه مصالح جوشکاری فوق الذکر را در بسته‌های غیر قابل نفوذ رطوبت و در انبارهای کاملاً "خشک" که مجهز به هواکشهای مناسب و وسائل گرم نمودن آنها باشد نگهداری نماید . بدیهی است که در جوشکاریهای انجام شده (بخصوص در مورد فولاد سخت) بوسیله الکترودهای مرطوب پس از مدتی ترک خوردگی بوجود آمده و بنابراین مورد قبول نخواهد بود .

ب - انواع جوشکاری : جوشکاری هائیکه در اسکلت فولادی ساختمانها بکار برده میشوند بقرار زیر میباشد :

۱- جوشکاریهای انجام شده در کارخانه : این نوع جوشکاریها که تحت شرایط مناسب و قابل کنترل کارخانه انجام میشوند باید با مشخصات ذکر شده در استانداردهای موسسه استاندارد ها و تحقیقات صنعتی ایران مطابقت نمایند .

۲- جوشکاریهاییکه در کارگاه انجام میشود : از آنجائیکه این جوشکاریها تحت شرایط نامناسب کارگاه و یا ضمن نصب قطعات مختلف اسکلت فلزی انجام میشوند باید دارای ضریب اطمینان بیشتری باشند .

ج - آماده نمودن سطوح :

۱- کلیه سطوحی که جوشکاری خواهند شد باید عاری از هرگونه رزق ، روغن ، زنگ زدگی و یا پوسته پوسته شدگی باشند .

۲- سطوح فوق الذکر باید صاف و یکنواخت بوده و دارای برآمدگی ،

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

نور رفتگی، شکاف و یاسایر معایب دیگر که در کیفیت جوش اثر نامطلوب خواهند داشت نباشد.

۳- در مواردی که جوشکاری باید بر روی قطعات رنک آمیزی شده انجام شود رنک مزبور باید تا فاصله ۰.۵ میلیمتری در اطراف محلی که جوشکاری خواهد شد کاملاً تراشیده و پاک شود.

۴- در مواردی که جوشکاری باید بر روی قطعات ضخامت ۳.۵ میلیمتر و یا بیشتر انجام شود درجه حرارت در اطراف محل جوش در طولی مساوی چهار برابر ضخامت قطعه تحت جوش باید در حدود ۹۰ درجه سانتیگراد باشد.

۵- سطوحی که باید جوشکاری شوند باید کاملاً خشک باشند. در هوای بارانی و یا برفی از انجام هر نوع جوشکاری باید خودداری شود.

د - سوار کردن قطعات برای جوشکاری

۱- حالت قرار گرفتن قطعات تحت جوش: کلیه جوشکاریها باید تحت المقدور سعی شود که بر روی سطوح تراز و در حالت افقی انجام شوند. ضمن انجام جوشکاری یکی از اتصالات باید همواره آزاد باشد تا تغییراتی را که در اثر تغییر درجه حرارتها در طول اجزاء بوجود میاید خنثی نماید.

۲- انطباق قطعات

الف- اتصالات روی هم: البه‌های اعضای اسکلت فولادی ساختمانها که بر روی یکدیگر جوشکاری میشوند باید تا حدود امکان با هم در تماس بوده و بطور کلی در هیچ زمان بیش از ۱/۵ میلیمتر از یکدیگر فاصله نداشته

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

باشند. در موارد بیکه فاصله مذکور اجباراً از $1/5$ میلیمتر تجاوز نماید مقدار جوش باید متناسب با فاصله موجود اضافه شود.

ب) - اتصالات لب به لب : اعضای اسکلت فولادی ساختمانها که لب به لب جوشکاری میشوند باید در کلیه موارد در محل تعیین شده خود آوری ثابت نگه داشته شوند که پس از تکمیل جوش خطوط تقارن افقی مقطع آنها در یک سطح بوده و در نتیجه نقلهای بیش از ده درصد ضخامت قطعه نازکتر و یا $1/5$ میلیمتر (هر کدام بزرگتر باشد) نسبت بیکدیگر انحراف نداشته باشند.

۳- حدود اشتیاقات مجاز

الف - اتصالات رویهم : در این نوع اتصالات فاصله عرضی صورت های تقارن قیاحات از یکدیگر نباید از $1/5$ میلیمتر تجاوز نماید.

ب - اتصالات لب به لب

۱- ناهمواری لبه ها : ناهمواری لبه ها (عمود بر صفحه اتصال و در واقع) نباید بیش از $t/10$ ($t =$ ضخامت قطعه نازکتر میباشد) یا ۲ میلیمتر (برای t کوچکتر از ۴ میلیمتر) و یا ۳ میلیمتر (برای t بزرگتر از ۴ میلیمتر) باشد.

۲- انطباق لبه ها - مقاطع فولاد ساختمانی که بکمک جوش نمودن چند مقطع فولاد ساختمانی بیکدیگر موجود میاید باید آوری ساخته شوند که عدم

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

انطباق لبه آنها از ۱ میلیمتر تجاوز ننماید .

۳- اختلاف ضخامت - قطعاتی که تحت فشار دینامیک بوده و از جوش دادن دو قطعه فولاد ساختمانی بضمامتتهای مختلف بوجود می آیند باید بوسیله سائیدن در محل جوش هم ضخامت بشوند .

۴- اختلاف سطح - چنانچه اختلاف سطحها از آنچه که برای ناهمواری لبهها ذکر گردید تجاوز نماید باید بوسیله سائیدن و ایجاد شیب ۵ : ۱ بر طرف شود .

ه - جوش دادن قطعات

۱- پیمانکار موظف است که قبل از شروع به انجام جوشکاری قطعات ، دستگاه جوشکاری ، طرق و ترتیب توالی آنها را تهیه و جهت تصویب دستگاه نظارت ارائه نماید .

۲- جوشکاریهای مشخص شده در نقشه های اجرایی میتواند توسط دستگاههای جوشکاری اتوماتیک ، نیمه اتوماتیک و یا دستی انجام شود .

۳- ادامه جوشکاری در دنباله نواری از جوش که قبلاً انجام شده و سپس وقفه ای حاصل شده است باید با زوب کردن انتهای جوش موجود قبل از شروع جوشکاری جدید انجام گیرد .

۴- در مواردیکه طول جوش زیاد و سرتاسری است جوشکاری باید در قطعات مختلف در طولهای بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلیمتر انجام گیرد . جوشکاری هر یک از این نوارهای کوتاه باید در جهت مخالف جوشکاری قطعه قبلی انجام گیرد .

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

- ۵- جوشکاریهای انجام شده باید بتدریج و تحت شرایط عادی سرد شوند. هرگونه تسریع در سرد نمودن جوشهای انجام شده مجاز نخواهد بود.
- ۶- در جوشکاریهای متشکل از بیش از یک لایه قبل از شروع به انجام جوشکاری هر لایه ابتدا باید مواد زائد و خرده جوشهای لایه قبلی کاملاً پاک شوند.
- ۷- هرگاه درجه حرارت فولاد تحت جوش کمتر از منهای ۱۸ درجه سانتیگراد باشد از انجام هر نوع جوشکاری باید اجتناب نمود. هرگاه درجه حرارت فولاد تحت جوش بین صفر و منهای ۱۸ درجه سانتیگراد باشد کلیه سداسی تحت جوش باید به شعاع ۸ سانتیمتر تا اندازه‌ای که دست را نسوزاند گرم شوند و سپس جوشکاری انجام گردد.
- ۸- خال جوشهای تیکه در سوار کردن اعضاء مفصلهای مختلف بکار میروند باید زدوده شده و نباید هنگامیکه جوشکار مفصل را جوش میدهد در آنجا باقی بمانند. اگر خال جوشها بوسیله جوشکاری با التروود انجام میگیرند باید کاملاً از شیره مذاب حاصله پاک گردد و کاملاً در مورد فلز جوشکاری بعدی برود.
- ۹- در مورد اعضاء مرکب روشن و سلسله مراتب جوشکاری باید طوری باشد که از لچ و منحوج شدن بی دلیل جلوگیری نماید و دستگیهای حاصله از انقباض رابه کثرتین اندازه برسانند. در مواردیکه جلوگیری از ایجاد دستگیهای زیاد واکنشی در خاتمه جوشکاری غیر ممکن است این نوع جوشکاریها باید در اعضاء فی که تحت نیروی فشار هستند انجام گیرند.

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

۱- قطعات حفاظتی رانده در زیر درز تحت جوشکاری لب به لب با نفوذ کامل قرار میگیرند میتوان پس از اتمام جوشکاری بوسیله دستگاه برش کاری برداشت. بدیهی است که اینکار باید بنحوی انجام گردد که هیچگونه لبه‌های به جوشکاریهای انجام شده و فولادی که بر روی آن جوشکاری بعمل آمده است لطمه‌ای وارد نشود و سطح جوش در این طرف مسطح و یا کمی محدب با ضمیمه آافی گلو باقی بماند.

۱۱- در مورد جوشهای لب به لب با نفوذ کامل که بدون استفاده از قطعه حفاظتی بکار میروند مقدار لایه اولیه جوش کسبه از قسمت مخالف بیرون زده قبل از آنکه جوشکاری از این سو آغاز گردد باید آنده و یا تراشیده شود. این نوع جوشکاری باید آوری باشد که نلز خوب در آن بکار رود و کاملاً در تمام طول اتصال در برود قطعات متعلقه برود.

۱۲- جوشهای لب به لب با نفوذ ناقص باید تا حدی که نرم مفصل و روش جوشکاری اجازه میدهد در شمار مفصل نفوذ نماید.

۱۳- تسامح مسطح جوشهای چند لایه‌ای باید پس از آنکه حرارت جوش بقدری رسیده که دست رانسوزاند با ضربه‌های ملایمی بوسیله چکش برتر که آه آله گردد داشته باشد انجام گیرد. باید دقت کافی بعمل آید تا از پوسته پوسته شدن یا پودر شدن و یا تچ و معوج شدن جوش و یا سطح تحت جوشکاری جلوگیری شود.

و - کنترل کیفیت جوش

۱- مرغوبیت آبار

الف- کلیه جوشکاریها باید فقط توسط جوشکاران با تجربه و

احتمالات قابلیت فولادی ساختمانها

ورزیده انجام شود. پیمانکار باید لیستی از جوشکاران مورد نظر را به دستگاه نظارت تحویل دهد. دستگاه نظارت ممکن است نمونه ای از کارهای قبلی این جوشکاران را قبول نماید و یا شایسته بودن آنها را با امتحان کردن از دو نمونه از کارهای آنها سرکدام در سه وضع مختلف بررسی نماید یعنی در حالت سرپائین، افقی و سریالا.

ب- کلیه دستگاههای جوشکاری و مصالح بکاربرده شده جهت امتحان جوشکاران باید با دستگاه ها و مصالح جوشکاری که جهت انجام کلیه کارهای تحت پیمان بکار برده میشوند مطابقت نماید.

ج- کیفیت کار هر جوشکار از نقطه نظر ظاهر جوش باید با بازرسی باور مداوم کنترل شود. هرگاه دستگاه نظارت کارشریک از جوشکاران را پائین تر از استاندارد مورد نظر تشخیص دهد ممکن است در مورد شایستگی او از او دوباره امتحان نماید.

د- روش جوشکاری باید برای تأیید به اطلاع دستگاه نظارت برسد.

ه- هیچگونه جوشکاری اعم از موقتی یا دائمی اگر در نقشهها نشان داده نشده و یا در مشخصات ذکر نگردیده باشند بدون دستورالعمل کتبی دستگاه نظارت مجاز نخواهد بود.

و- حداقل مقاومت کلیه جوشها باید برابر مقاومت فولاد تحت جوشکاری باشد.

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

آ - معايب جوشکاری - پیمانکار باید سعی نماید کارهای جوشکاری
آوری انجام شود تا عاری از معايب زیر که موجب عدم قبول آنها
توسط دستگاه نظارت خواهد گردید باشد .

الف - سوزاندن قطعات تحت جوش : علت این نقیصه بستگی
به خواص و نوع الکترود جوشکاری دارد و همچنین موقعیت
مکانی آن نسبت به نقطه جوشکاری که معمولاً بستگی به
شدت زیاد جریان برق و زیادی لول لوله دستگاه جوش
دارد . این نقیصه بخوبی با چشم دیده میشود .

ب - عدم جوش خوردن کامل قطعات : بعلمت عدم جوش
خوردن فلز جوش و قطعات تحت جوشکاری در قسمتهای
داخل شیار تخت جوشکاری بخیراز ته آن میباشد . اگر
سطوح داخل شیار خوب تمیز شوند و اندازه ، سرعت و
شدت جریان برقی الکترود کنترل شوند جوش خوردن به
صورت کامل انجام خواهد گرفت .

ج - نفوذ ناقص جوش : عدم جوش خوردن کامل فلز جوش و
قطعات تحت جوشکاری در انتهای شیار میباشد . این
نقیصه ممکن است بعلمت ارج نامناسب شیار از قبیل
بعد بیش از حد قسمت انتهایی (ریشه شیار) و یا
فاصله زیاد و قطعه از هم در قسمت ریشه شیار و یا زیاد
بودن زاویه شیب شیار و یا کمبود شدت جریان برق باشد .
نفوذ ناقص ممکن است باعث ترک خوردگی حاصله از انقباض
گردد .

د - وجود سرباره در جوش - سرباره که از اکسید فلزات و
یا سایر ترکیبات سخت تشکیل گردیده گاه بگاه بصورت

۱- احتمالات قلیحات فولادی ساختمانها

لوله ای و یا گلوله شده در قسمت جوش شده مشاهده میگردند. این اکسیدها در اثر ترکیب شیمیایی بین فلز و هوا و پوشش الکترود در هنگام پرکردن جوش و سفت شدن آن میباشد. سرد شدن سریع جوش و شیب بیش از حد مسطح شیار بین قطعات مورد جوش از نرچ این اکسید ناجلوگیری مینماید. این لوله اکسیدها بخصوص در جوشکاری عمودی و سقفی تولید اشکال میکنند.

۵- خلل و فرج - وجود حفره های کروی و یا متنازن کوچک گاز در فلز جوش میباشد و معمولاً " بعلت استهسال شدت جریان برز زیاد و یا باول زیاد لوله جوشکاری میباشد.

۳- رفع معایب

الف- در عونی رد تلی یک تده از تار یا یک عضو که شامل جوش غیر قابل قبول است کارهای اصلاحی زیر ممکن است با تمویب دستگاه نه اارت انجام شوند.

۱- قسمت معیوب جوش باید زده شود و جوش تازه بکار رود

۲- ترك خوردگی در جوش یا عضو فلزی: حیاله کلا نفوذ ترك باید با روش نفوذ رنگ و یا روشهای شست دیگر تعیین گردد. قسمت ترك خورده باید کاملاً برداشته شده و جوش تازه بکار رود.

۳- فقدان نفوذ کافی و وجود منافذ در جوش:

قسمت معیوب کنده شود و دو مرتبه جوش گردد.

اتصالات قیامات فولادی ساختارها

۴- کمبود فلز جوش و کم جوش کردن : روی قسمت

تمیز گردد و دو مرتبه تا مقدار کافی جوش اضافه گردد.

۵- وجود سربساره در جوش : قسمت معیوب کنده

شود و دو مرتبه جوش گردد.

ب- قسمتهای معیوب باید با تراش و یا ماشین شدن برداشته

شود. برش با سطله اکسیژن نباید بکار رود. قبل از

دو مرتبه جوش کردن باید مفاصل بازرسی شوند تا اطمینان

حاصل گردد که قسمتهای معیوب برداشته شده اند. در

صورتیکه روش نفوذ رنگ برای بررسی جوش بکاررفته باشد

تمامی اثرات رنگ باید بوسیله مایع خلال مناسب یا

آب یا حرارت و یا روشهای مناسب دیگر زدوده شود.

۳-۳ اتصالات پیچ و مهره ای

الف- مصالح لازم

۱- پیچ و مهره

الف- پیچ و مهره از فولاد نرمه معمولی : کلیه پیچ و مهره های

ساخته شده از این نوع فولاد باید دارای حداقل مقاومت

کششی معادل ۴۰۰ کیلوگرم بر مترمربع و حداقل ۱۷٪

کشش باشند.

ب- پیچ و مهره از فولاد با مقاومت کششی زیاد - فولادی

که در ساختن پیچ و مهره از نوع فوق بکار میرود باید

حدیده و آبدیده باشند و دارای حداقل مقاومت کششی

اتصالات قیامات فولادی ساختمانها

۸۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در حد جاری شدن باشد .

ج - پیچ و مهره از فولاد دارای کیفیت مخصوص - فولاد یکه این نوع پیچ و مهره از آن ساخته میشوند باید از نوع فولاد با مقاومت کشش زیاد بوده و دارای خواص مکانیکی و کیفیت مخصوص و مورد تصویب دستگاه نظارت باشد .

۲- واشر

الف - واشرهای ساده - فولادواشرهای ساده باید از نوع فولاد پیچ و مهره مربوطه باشد .

ب - واشرهای گوه ای (دارای سطح شیب دار) - واشرهای گوه ای و یا سایر واشرها که دارای فرم اختصاصی میباشد باید از فولاد و یا چدن چکش خوار ساخته شده باشند .

ب - انواع پیچ - پیچها از نقطه نظر کارهای اسکلت فولادی ساختمانها به چهار دسته تقسیم میشوند .

۱- پیچهای معمولی یا سیاه

الف - این پیچهای تمهیل نشده با قالب گیری از فولاد نسوز شده و یا مهله های گرد بدست می آید و دارای خلاصی مجاز زیاد در سائته میباشد و در موارد یکه دستورالعمل دیگری در نقشه ها داده نشده باشد این پیچها بکار میروند .

ب - اندازه سوراخها یکه جهت پیچهای فوق تعبیه میشوند نباید بیش از $1/5$ میلیمتر از اندازه پیچ مربوطه بزرگتر باشند .

ج - این نوع پیچ در اتصالات مربوطه به تیرهای فرعی ساووح

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

تعداد تیرهای عرضی دیوارها و دیگر اتصالات فرعی که احتیاج به اتصالات گیرداری کامل نیست بکار میروند. از بکاربردن آنها در مواردیکه اتصال از نوع گیردار باشد باید خودداری شود.

د - این نوع پیورها ممکن است بدون دستگاه بخصوصی کار گذاشته شوند و با آبار معمولی سفت شوند.

۲- پیوهای دقیق (اعلی)

الف - این نوع پیوهای منحنی تراشکاری و پرداخت میشوند کسه قطر آن از قطر اسمی آنها بیش از $0.0/$ میلیمتر بزرگتر و بیش از $0.5/$ میلیمتر کوچکتر نباشد و قطر دندانه های آنها مساوی قطر اسمی شان باشد.

ب - سوراخ گذر پیوهای دقیق باید هم اندازه خود پیوها باشد و بدقت مته و یا ماشین شوند و پیوهای آنها به آسانی عبور کنند (این سوراخها نباید بیش از $0.5/$ میلی متر از قطر اسمی پیوها بزرگتر باشند).

ج - در مواردیکه اتصالات از نوع پیو مشخربنده ولی بطالسی استفاده از آنها عطفی نباشد بکاربردن این نوع پیو در تارنگاه و یا تارخانه بلا مانع خواهد بود.

د - این پیوها برای پیونده میهند که قسمت دنده دار آن "کاملا" از مهره تنان است و واناری در زیر مهره تا بیسه میشود تا وقتی که مهره ها "کاملا" پیونده شوند قفل کامل ایجاد گردد (برای جلوگیری از لغزش در تحت فشار بار).



اتصالات فلزی ساختمانها

۳- پیچهای آجدار

- الف - بدنه این نوع پیچ در امتداد طولی باید آجدار باشد .
اندازه قطر ساقه در محل های آ ج باید ۲ میلی متر از اندازه
اسمی قطر ساقه بزرگتر باشد .
- ب - تراسورهای تعبیه شده جهت این نوع پیچ باید
قدری از اندازه قطر پیچ در محل آ ج کوچکتر باشد تا با
پیچاندن مهره کاملاً پیچ را در برگیرد .
- ج - اتصالات انجام شده بوسیله این نوع پیچ از هر لحاظ
مشابه اتصالات پرپی که از لحاظ طرح و اندازه مشابه
تستند میباشد .
- د - این نوع پیچ باید بکمک چکشهای بادی (پنوماتیک) و یا
ابزار مناسب دستی در سوراخهای تعبیه شده قرار گیرند .

۴- پیچهای بجام شونده اصطکاکی

- الف - این نوع پیچها از فولاد سرد شده و آبدیده با درصد کربن
بالا و دارای مقاومت زیاد ساخته میشوند . مقاومت کششی
این پیچها از ۸۷۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع برای پیچهای
کوچکتر (قطر ۶ میلی متر تا ۲ میلی متر) تا ۷۲۵۰ کیلوگرم
بر سانتیمتر مربع برای پیچهای بزرگتر (۳۰ میلی متر تا ۴۰
میلی متر) تغییر میکند .
- ب - گنادهای سوراخ این پیچها مانند مشخصات داده شده
برای پیچهای تکمیل شده است زیرا این پیچها متکی به
اصطکاک بین ساقه و خود میباشند که بواسطه
سفت کردن مهره تا حد نیروی کششی تعیین شده ایجاد

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

میگردد .

ج - تصویر پرچم‌ها، که باید در کارگاه انجام گیرند با این نوع پرچم‌ها در صورت موافقت دستگاه نظارت بلامانع خواهد بود .

د - نیروی کشش در این نوع پیچ باید بوسیله آچارهای ضربه‌ای که برای بوجود آوردن کشش برابر (درصد زیاد تر از مقدار مقرر ریچ تنظیم شده است بوجود آید .
واشرهای ساخته شده از فولاد سخت بمنظور پیشگیری فشارهای وارده و جلوگیری از فرورفتن پیچ و مهره در اعضای نسبتاً نرم اسلکت فلزی ساختمانها باید بکار برده شود .

ج - کارهای مقدماتی لازم برای سفالتیکه با پیچ متصل میشوند

۱- تمام سطوح قطعات اتصالی، شامل سفالتیکه در مجاورت سرپیچ، مهره و یا واشر هستند باید کاملاً تمیز و عاری از هرگونه پوسته پوسته شدن و یا سایر اجسام خارجی بغیر از پوسته‌های حاصله از تراشکاری در کارخانه که مانع تماس کامل میگردد باشند .

۲- کلیه سفالت در محلیتم ایاصالتکاتی باید عاری از روغن، لایه آکسید، مایه ضد زنگ و یا مواد گالوانیزه باشد .

۳- شیب سفالتیکه باید پیچ شوند و یا سرپیچ و مهره در تماس هستند .
نسبت المقدور نباید نسبت به سفاله مبرر عمودی پیچ از ۲۰٪ تجاوز نماید .

۴- کلیه سطوح باید کاملاً صاف بوده و عاری از هرگونه پیچیدگی، شمش و یا نقی مشابه دیگر باشند .

اتصالات فولادی ساختمانها

د - نصب و سوار کردن امتحانی قسمت‌های مختلفی که باید بهم پیچ شوند

۱- نصب امتحانی در کارخانه

الف - اتصالات اولیه اعضاء اصلی ساختمانها ، مانند خرپاها ، تیرچند دهنه ، برجها و شاه تیرهای مرکب و قابها باید برای امتحان مسطح بودن اندازه‌ها در کارخانه انجام گیرد بطوریکه انتهای تراش شده اعضاء تحت فشار کامل " در تماس با پایه خود باشند و سپس سوراخهای کوچکتر از اندازه تعیین شده آنها در موقعیکه اتصالات سوار میشوند با بر قوزدن باندازه لازم بزرگ میشوند .

ب - در سوار کردن اعضاء برای امتحان باید تمامی اتصالات کلیه قطعات یک واحد ساختمانی همزمان انجام گیرد .

ج - برای شروع از اجزاء ساختمانی ، باید حداقل یک واحد از هر دو واحد امتحان گردد .

۲- انطباق محور قطعات

اهرم کردن سوراخها در موقع نصب امتحانی باید فقط آنقدر باشد که سوراخهای قطعات نصب را در محال اتصال دریا ، معور بیاورد و آنقدر نباشد که سوراخها را گشاد و یا فلز را محیوب نماید .

۳- خیب ز

الف - نقشه‌های خیب ز که باید بوسیله پیمانکار به دستگاه نظارت ارائه گردد میباید مقدار خیب ز در نقاط اتکاء خرپاها و تیر چند دهنه ، شاه تیرهای مرکب ، و قابها نشان دهد . نقشه

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

ذریعاً باید مقدار خمیر را در واحد سوار شده نشان دهد .

ب - هر يك از نصبهای امتحانی ، همراه ذیز ، انطباق محور قطعات ، میزان بودن سوارخها و انطباق قطعات ماشین شده باید بوسیله دستگاه نظارت قبل از اینکه برتو زدن شروع گردد تأیید شود .

۴- نقائص

نقائصی که در هنگام سوار کردن امتحانی مشاهده میگردد باید با تصویب دستگاه نظارت و مطابق روشی که این دستگاه ، تعیین مینماید اصلاح گردد .

ه - پیچ کردن قطعات

۱- قبل از استعمال کلیه پیچها باید در محلول رنگ ضد زنگ فرو برده شوند .

۲- پیچها باید دارای يك مهره خود قفل کن و یاد و مهره باشند مگر اینکه دستورالعملهای دیگری در نقشهها داده شده باشد .

۳- سنت نبودن پیچها باید با دقت و بکاربردن آچار فرانسه و یا ابزار مکانیکی از قبیل آچارهای درجه بندی شده انجام گیرد .

۴- انتهای سرپیچ و مهره باید با سطح اعضای که پیچ میشوند کاملاً تماس داشته باشند . در مواردیکه سراج اتکا و پیچ و مهره شیبی بیش از ۲۰ : ۱ نسبت به محور پیچ داشته باشد باید از واشرهای شیب دار استفاده کرد .

۵- دندانه پیچها باید حداقل بطول دو دندانه خارج از انتهای سوراخ مهره قرارگیرد . برای این منظور باید يك واشر یا مهره اتکائی در زیر مهره پیچ تعبیه گردد .

اتصالات قطعات فولادی ستاندارتها

۶- کلیه پیچها و لوله مهره ها باید بوسیله حرارت عظمی آموخته باشند . و اثرها باید جدید و آبدیده باشند .

۷- اعضای که به یکدیگر پیچ شده اند باید بیکدیگر اتصال کامل داشته باشند و نباید بوسیله سرپوش و یا سرنوع جنس منتهی شوند و یکنواختی از هم فاصله پیدا نمایند .

۸- در مواردیکه امکان شل گردیدن پیچها را اثر بارهای ضربی و یا ارتعاشات و بیستگیها وجود دارد باید پیچها بوسیله اشپیل و مهره چانگدار (اشپیل شور) و سرپوشی که در پیچ تعبیه میشود و یا بوسیله مهره پشت گیر که مهره قوی آن در قسمت پشت قرار گیرد و یا بوسیله پیچهای منسوس منگم شوند . کاهش زیاد اولیه در پیچها از جمله در پیچهای اعلی ، نیز از شل شدن مهره ها جلوگیری مینماید .

۹- پیچها و لوله مهره ها گداز آنها را از آن خلاصی است و بجز برای پیچهای ایستگاهی ، نباید برای حمل نیرو بوسیله اتصالاتی که مورد نیروی ارتعاشات و یا ارتعاشات و یا تناوب بیستگیها (بغیر از تناوب منتهی زیاد) قرار میگیرند بکار روند مگر در مواردیکه عکس العمل زیان آوری در اثر لغزش پیچها بر ستانها وارد نمیشود .

کنترل کیفیت اتصالات پیچی

۱- بررسی مقدار کشش در پیچها و لوله ها که با آچارهای درجه بندی

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

شده سفت میشوند باید با حضور نماینده دستگاه نظارت انجام گیرد .
درجه آچار باید طوری تنظیم شود که ۵٪ تا ۱۰٪ بیش از حداقل کشش مجاز پیچ در آن کشش ایجاد کند . این آچارها باید حداقل یکبار در روزها در دستگاهی که قادر است کشش حقیقی پیچ را نشان دهد با امتحان سفت کردن سه پیچ از هر اندازه و نوع و یا بیشتر درجه بندی گردد .

۲- نماینده دستگاه نظارت بر سر کار کردن و سفت کردن پیچهای مورد امتحان نظارت ننماید نمود تا از صحیح بودن روش سفت کردن و از سفت شدن پیچها اطمینان حاصل گردد . روش بکاربردن گیره های پشت گیره و پیچهای بافته اری باید بتدریب در دستگاه نظارت برسد .

۳- انحرافات (خوردند یا خلاصی) مجاز پیچها (تفاوت بین قطر پیچ و سوراخ گذر پیچ) باید مطابق اندازه های ذیل باشد :

- الف - پیچهای سیاه (تکمیل نشده) حداکثر ۰.۱ میلیمتر
ب - پیچهای تکمیل شده حداکثر ۰.۳ میلیمتر

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

۴-۳ اتصالات پرچمی

الف - مصالیح

- ۱- پرچمهای فولاد نرمه : بجز مواردیکه دستورالعمل دیگری داده شده است فولاد کربن که برای پرچ بکار میرود باید بسیار مفاد استاندارد های ایرانی مربوطه مطابقت نماید .
- ۲- پرچ از نوع فولاد اعلی : باید با استانداردهای ایرانی شماره مطابقت نماید . اقدامات لازم باید بعمل آید که پرچها قابل پرچکاری باشند و سرپرچ صحیح ساخته شود و خواص فیزیکی فولاد مربوطه عیب نبیند .

ب - انواع پرچ

۱- کلیات

الف - دایره : دایره عیله پرچ باید به اندازه کافی باشد تا سرپرچ مناسب از آن ساخته شود .

ب - سریچ باید از نوع سرگرد (مخروطی) مناره ای ، دگمه ای و یا قارچی شکل) باشد و تمیز و هم محور با سوراخ گذر ساخته شده باشد اما در موارد یگانه ساختن سریچ های فوق آسان نباشد نوع سرپرچ باید بکار رود تا با سطح اتصال در یک سطح قرارگیرد .

ج - پرچها تا قطر ۱۲ میلیتر میتواند بصورت گرم و یا سرد پرچ شوند . پرچهای بزرگتر از قطر ۱۲ میلیتر باید بصورت گرم پرچ شوند آراهنکه دستگامهای پرچ زنی فشاری بکار برده شود .

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

۲- پنچ زنی گرم

- الف - پرچها باید در تمام طول خود تا حدی که برننگ قرمز آلبالویی کم رنگ در آیند بوسیله دستگاه الکتریکی پنچ گرم گن و یا بخاری روغن سوز یا گازسوز و یا وسیله تصویب شده دیگری که پنچ را نسوزاند و یا پوسته پوسته نکند حرارت داده شوند .
- ب - سپس پرچها در سوراخ قطعات قرار میگیرند و در حالیکه هنوز گرم هستند بوسیله چکش مخصوص پنچ میشوند .
- ج - پنچ که سرد شد باید قطعات را بهم بکشد بطوریکه در طول پنچ ایجاد کشش و در بین قطعات ایجاد فشار نماید .

۳- پنچ زنی سرد

- الف - پرچها باید در حرارت معمولی پنچ شوند و برای تشکیل سر پنچ فشار زیاد لازم است .
- ب - سخت و ناراحت بودن استعمال دستگاه پنچ زنی سرد باعث محدود شدن کاربرد این نوع پنچ زنی در کارگاه میباشد .

ج - آماده نمودن اعضای که بوسیله پنچ بهم متصل میشوند

- ۱- قبل از کارهای پرچکاری اعضای که بطور کامل سوراخ پنچ آنها زده شده است در صورت لزوم سوراخ پرچها باید برای پذیرفتن پرچها بر قوزده شوند .
- ۲- سطح اعضای که در اثر پرچکاری با هم تماس پیدا میکنند باید

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

قبلا " تمیز گردند .

۳- در صورت لزوم ، برای پاک کردن پره ها و پوسته ها از داخل اتصالات که بواسطه برتوزدن قبل از پرچ کردن تولید میشوند قطعات سوار شده باید جدا گردند .

د - سوار کردن قطعاتی که باید با پرچ متصل شوند

۱- اعضاء ساختمانی که باید بوسیله پرچ بهم متصل گردند باید قطعاتشان قبل از درموقع عملیات پرچکاری بهم نگهداشته شوند و برای این موضوع در مورد اتصالات يك پرچی در قسمت بخصوصی بکار رود . برای اتصالاتی که بیش از يك پرچ دارند در هر سه یا چهار سوراخ يك پیچ موقت بکار برده شود .

۲- نبشی در اتصالات گوشه ای ، نبشی های تقویتی ، و قسمتهای شبیه باید با دقت مابقت داده شوند و یا تا اتمام پرچکاری با مویز محکم در محل دقیق خود نگهداشته شوند .

۳- قسمتهاییکه در کارخانه کاملاً " پرچکاری نمیشوند در طول حمل و نقل باید حتی الحاقی بوسیله پیچ بهم نگهداشته شوند تا آسیب نبینند .

۴- اهرم کردن سوراخهای پرچ برای میزان کردن آنها باید فقط بتدری باشد که سوراخهای مربوطه قطعات اتصالی را در يك محور بیاورد و آنقدر نباشد که باعث گشادی سوراخها ، و یا معیوب شدن عضو ساختمانی گردد .

استعمال اهرم هایی که اندازه آنها از قطر اسمی سوراخها بزرگتر باشد مجاز نیست .

ه - پرچ قطعات

- ۱- پرچکاری باید بوسیله ماشین پرچ انجام گیرد. ماشینهای فوق باید از نوع فشاری و یادستی باشند و بوسیله هوای فشرده، هیدرولیک، یا نیروی برق کار میکنند.
- ۲- پرچکاری در کارخانه باید بوسیله ماشین انجام یابد و ترجیح داده میشود ماشینهای فوقی از نوع دستگاه مستقیم پرچ با فشار یکنواخت باشد بطوریکه فشار وارده بر روی سرپرچ پس از پرچ کوبی برای مدت زمان کمی باقی بماند.
- ۳- وقتی که استفاده از دستگاه مستقیم پرچ عملی نباشد باید از چکشهای بادی که اندازه آن تأیید شده باشد استفاده نمود.
- ۴- پرچهای شیب دار تأیید شده را جهت پرچکاری در روی سطوح شیب دار باید بکاربرد.
- ۵- پس از آنکه پرچ تحت حرارت قرار گرفت و قبل از آنکه آنرا در داخل سوراخ مربوطه فرو نمود باید عاری از خوردگی فلزها پوسته باشد. برای این منظور باید پرچ را در روی قطعه فلزی کوبید.
- ۶- پس از آنکه پرچ داخل سوراخ مربوطه قرار گرفت باید محکم و کاملاً "سوراخ را پر کرده باشد و در موقعیکه هنوز کاملاً" داغ است سرپرچ باید کاملاً" بر روی سطح مجاور قرار گیرد.
- ۷- در موقعیکه پرچکاری در روی ستون و یا شاه تیرهای مرکب انجام یابد سعی المتدرج باید سعی نمود که پرچکاری در کلیه خطوط مجاور یکنواخت و با هم پیشروی گردد.

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

کنترل کیفیت پرچ

و -

- ۱- کلیه پرچها که شل یا سوخته، بیش از حد پوسته پوسته و یا سرد ساخته شده‌اند و یا عیوب دیگری دارند باید برداشته شده و با پرچ مناسب تعویض گردند.
- ۲- در موقع تعویض پرچهای معیوب باید وقت کافی بحمل آید که فلز اطراف آنها عیب نبیند و در صورت لزوم پرچها با متسعه بیرون آورده شوند.
- ۳- کلیه پرچهایی که سر آنها ترک برداشته و یا اندازه آنها و یا شکل آنها ناقص است و یا محور مرکزی سر آنها با محور بدنه آنها در یک خط نیست باید با پرچ مناسب و بی عیب تعویض گردند.
- ۴- پرچهایی که بواسطه راندن پرچهای مجاور شل شده‌اند باید در آورده شوند و با پرچ مناسب و با تصویب دستگاه نظارت تعویض گردند.
- ۵- بتونه کاری، دو مرتبه پرچ زنی و یاد و مرتبه ماشین کردن سر پرچها مجاز نخواهد بود.
- ۶- سر پرچها بخیراز سر پرچهای بیخ باید به شکل استاندارد و مورد قبول باشند مگر در موارد بیکه کمی محل عبور ایجاب میکند ممکن است سر پرچ مسطح بکار رود. سر پرچها باید همچنین برای پرچهای هم قطر یک دست و یک اندازه باشند.
- ۷- پرچهایی که موقع بیرون آوردن از گوره آب راندن ایجاب جرقه‌های زیاد مینمایند معمولا " سوخته‌اند و باید بد و رانداخته شوند.

اتصالات قطعات فولادی ساختمانها

۸- پرچمهای درجا (نصب شده) مستقیمیکه با چکش امتحان
پرچ ضربه نواخته میشوند نباید از لغزش و لرزش ببری باشند .

قسمت چهارم

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

۱-۴ کلیات

الف - ساخت اسکلت فولادی ساختمانی، شامل کلیه کارها و عملیات لازم جهت آماده نمودن قطعات، یا گروهی از قطعات، که در برپا کردن و نصب قطعات اسکلت بکار میروند، میباشد. همچنین فعل و انفعالاتی که قبل از ورود بکارگاه یا در کارگاه بر روی مصالح مصرف شده انجام میگیرد، و نیز تدارکات مربوط به حمل و نقل قسمتهای ساخته شده، جزو اینکار محسوب میگردند.

ب - متدهائی که در ساختمان اسکلت فولادی بکار میروند بر حسب نوع اسکلت ساختمان، ارجحیت دستگاه نظارت و نیز نوع استفاده از تاسیسات متفاوت میباشد. این متدها را نمیتوان کاملاً بصورت استاندارد در آورد ولی نمونه‌هایی که در این قسمت ذکر میگردند چون بیشتر جنبه عمومی دارند، باید مد نظر قرار گیرند.

۲-۴ انجام کار

الف - طریقه انجام و تمام کار باید بر طبق بهترین روشی که در کارخانه‌های مدرن سازنده اسکلت فولادی ساختمانی معمول است، انجام گیرد.

ب - پیش از برپا شدن سازه فولادی که کارهای فولادی با توجه به امکانات حمل و نقل و نصب، در کارگاهی یا فاصله مناسقی و مناسب از محل کار، ساخته گردند.

ج - قبل از روئیت، آزمایش و تصویب دستگاه نظارت هیچ نوع مصالحی نباید

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

نورد شده و یا اصولاً " فعل و انفعالی بر روی آن انجام گیرد .

۳-۴ نقشه‌های اجرایی

- الف - پیمانکار موظف است قبل از شروع بساختن قطعات ، دوسری نقشه اجرایی تفصیلی جهت روئیت و تصویب به دستگاه نظارت ارائه دهد و نیز باید پس از تصویب دوسری کپی نهائی نقشه‌های مذکور را جهت بایگانی در اختیار این دستگاه قرار دهد .
- ب - تهیه مصالح و ساخت نباید قبل از تصویب نقشه‌ها توسط دستگاه نظارت ، انجام گیرد . اگر در بعضی موارد از نظر پیشرفت کار تهیه مصالح مذکور لازم تشخیص داده شود در این صورت باید تصویب صریح دستگاه نظارت قبل از اقدام به سفارش در این مورد دریافت گردد .
- ج - مسئولیت کارهایی که قبل از تصویب نقشه‌های اجرایی توسط دستگاه نظارت ، انجام گردد ، بر عهده خود پیمانکار می‌باشد .
- د - نقشه‌های اجرایی باید شامل بعد و اندازه دقیق جزئیات و اندازه قسمتهای مختلف اسکلت ساختمان و همچنین جزئیات قسمتهای مختلف مانند اندازه و نوع پیچ ، پیچ و مهره ، میخ و غیره بوده و اریقه بست و اتصال آنها را دقیقاً نشان دهد .
- ه - کلیه نقشه‌های اجرایی که بتصویب دستگاه نظارت میرسد باید حاوی تمارین و توضیحات صریح و دقیق کارها ، مورد نظر باشد ، بهر حال پیمانکار مسئول وقت و صحت تمام اندازه‌ها و نقشه‌ها می‌باشد .
- و - در نقشه‌های مروره باید بازر و واضح قسمتهای مختلفی که قرار است در کارخانه و یا در کارگاه ، مانند میخ ، پیچ و جوشکاری انجام گیرد ، مشخص گردد .

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

ژ - این نقشه‌ها باید بر اساس بهترین روشهای مدرن و معمول که جهت ساخت قطعات بکار میروند، با در نظر گرفتن جنبه اقتصادی و سرعت در ساخت، تهیه شده باشد.

۴-۴ مصالح

- الف - مصالحی که بصورت نورد شده درمی آیند باید قبل از شروع بکار مصالح و تسطیح گردند، مگر در مواردیکه اصولاً "بشکل منحنی ساخته شوند".
- ب - در مواردیکه صافکاری لازم باشد، باید بر طبق روشی که درینجا ذکر گردیده عمل شود.
- ج - تا خوردگی با زاویه تیز، خمیدگی، و پیچشهای موجود در مصالح، منجر بمرود شدن آن خواهند گردید.

۴-۵ علامت گذاری بوسیله التور

- الف - ساخت قطعات با استفاده از آلگوریتم بعد از علامت گذاری دقیق آنها انجام گیرد.
- ب - علامت گذاری ابعاد آلگوریتمی قطعات باید با دستگامهای دقیق و بدون خطا انجام گیرد، این دستگامها باید در فواصل زمانی معین از نظر صحت کار کنترل شوند.
- ج - در علامت گذاری برای قطعاتی که باید با جوشکاری بهم وصل شوند، انقباض قطعات در اثر جوشکاری باید در نظر گرفته شوند و باید از ههای تعیین شده بهمان نسبت اضافه گردد.

۶-۴ علامت گذاری

الف - در هنگام علامت گذاری باید قطعه برای الگوسازی باید آنرا در روی پایه ای بدون آنکه تغییر شکلی دهد محکم نگاه داشت. در علامت گذاری باید حدود اشتباه مجاز نیز رعایت گردد.

ب - برای تشخیص تداخلات علامت گذاری شده میتوان از رنگ یا خط استفاده نمود.

۷-۴ ساخت

شرایک از قطعات باید یک پارچه و بطور کامل تهیه شوند، در صورت عدم امکان چنین عملی باید متداصل و جزئیات آن بر طبق روش های استاندارد شده، توسط پیمانکار و تهیه و بتصویب دستگاه نظارت برسد.

۸-۴ برش

الف - کلیات: در برش ورق و پروفیل های فولادی باید از قیچی، اره یا برش بوسیله شعله استفاده کرد. برش دستی برای آهن آلات ضخامت کمتر از ۱ میلی متر متنی بر اجازه دستگاه نذارت میباشد.

ب - برش بوسیله قیچی: این طریق برش برای مصالحی که ضخامت آنها کمتر از ۲ میلی متر بوده و جوشکاری لب لبب میشوند و یا مصالح با ضخامت که با جوشکاری روی هم وصل میشوند، بکار برده میشود. لبه های قطعه بریده شده باید تمیز، نسبتاً "کونیا و عاری از هرگونه اضافه اضافات بوده و در صورتیکه دستگاه نظارت لازم بداند لبه های قطعه بریده شده باید تراشکاری یا صافکاری گردد.

ج - برش بوسیله اره: لبه های قطعه اره شده باید عاری از هرگونه برآمدگی

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

فرورفتگی، شکستگی، نامانفی بوده و با لرزگی بصورتی باشد که از هر لحاظ مورد رضایت دستگاه نظارت باشد.

د - برش با شعله: استفاده از این روش در برش مقاطعات، در صورتی مجاز است، که بقایعات در هنگام برش با رزبانی وارد نیاید. این طریق برش باید بدون صاف و یکنواختی بوجود آورد. قبل از اقدام به جوشکاری باید زائده های بوجود آمده در مقاطعات تمیز و پاک گردد. همچنین قبل از اقدام به جوشکاری بر روی سطوح قطعاتی که با شعله بریده شده اند هیچگونه باری نباید وارد آید. جهت برش مائیکه بصورت رفت و برگشت Re-entrant میباشند باید قبلاً در گوشه های برش سوراخهایی بشمار ۲۰ میلیمتر تعبیه گردد. انواع برش با شعله بقرار زیر میباشند:

۱- دستگاه برش مکانیکی: این روش فقط برای برش فولاد نرم بکار میرود. در صورتیکه در برش مقاطعات فولادی با مقاومت کششی زیاد این روش مورد استفاده قرار گیرد، باید قبلاً ابعاد قطعه مورد نیاز کمی بزرگتر انتخاب گردد تا بتوان قسمت مائیکه بوسیله شعله ذوب گردیده و دوباره سخت شده اند بوسیله تراشکاری یا سمباده زدن بر طرف نمود.

۲- دستگاه برش دستی: در صورتی مجاز میباشند که استفاده از آن قبلاً بتصویب دستگاه نظارت رسیده باشد.

۳- دستگاه مجاز برای اندازه مقاطعات برش:

۱- ساخت پروفیل های ترکیبی باز

- لبه اتصال عرضی ۱ + میلیمتر

- لبه اتصال طولی ۲ + میلیمتر

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

۱- انتهای آزاد ± 3 میلیمتر

۲- ساخت پروفیل‌های ترکیبی بسته

۳- لبه اتصال کمتر از ۱۰ متر ± 2 میلیمتر

۴- لبه اتصال بیشتر از ۱۰ متر ± 3 میلیمتر

۵- انتهای آزاد ± 4 میلیمتر

۹-۴ سوراخ کردن

الف- کلیات

- ۱- تلیه سوراخ‌هاییکه جهت برچ کاری و پاییچ و مهره بوج—بود میاینند باید بوسیله مته و یا ضربه انجام گیرند . استفاده از شعله و یا گشاد کردن سوراخ‌های ریزتر مجاز نمیباشد .
- ۲- سوراخ‌ها باید در اهرهای شکل و بدون شیار بوده در پیواره‌های آهن‌آباد عمود بر صفحه قطعه سوراخ شده باشند .
- ۳- گشاد کردن سوراخ‌های موجود بهمین‌وجه با چکش کاری کردن مجاز نمیباشد .
- ۴- در گشاد کردن سوراخ‌ها نباید از برقو استفاده نمود و بنابر سردن شعله و یا سوهان مجاز نمیباشد .
- ۵- مطابقت نردن سوراخ‌ها، قطعات باعث ایراد شدن آنها خواهد گردید .

ب- سوراخ زدن

- ۱- سوراخ زدن قبل از مونتاژ قطعات هنگامی مجاز است که قطر سوراخ ± 3 میلیمتر از قطر واقعی مورد نیاز کمتر باشد ، بنابراین سوراخ‌ها پس از نصب به اندازه نواسته شده گشاد میگردند .
- سوراخ زدن میتواند بر روی مصالحی انجام گیرد که ضخامت آنها

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

حد اکثر ۱۶ میلیمتر باشد .

- ۲- سوراخ زنی بر روی مصالحی که در خرپای سقف ، اسکلت سبک ، اتصالات انتهایی تیرچه ها و ورق های لایه بکار میروند و ضخامت آنها بیشتر از ۱۳ میلیمتر نیست و همچنین طریقه اتصال آنها پیچ و مهره ای معمولی یا پرچ باشد ، میتواند باندازه نهایی صورت گیرد .
- ۳- سوراخهایی که جهت پیچهای دقیق در تیرهای حمل کف و ورقهای تقویتی تهیه میگردند باید بقطر کوچکتر از قطر نهایی سوراخ زده شود و در هنگام نصب با کمک يك الكو باندازه اصلی در آیند .
- ۴- سوراخها باید تمیز و صاف و عاری از هرگونه شکستگی و یا پارگی و گوشه های دندانه دار باشند .

ج - سوراخ کردن بوسیله مته

- ۱- اگر ضخامت قطعه ای بیشتر از قطر اسمی پیچ با ضافه ۳ میلیمتر و یا بیشتر از ۱۶ میلیمتر باشد باید در هنگام سوراخ کردن از مته استفاده شود ، و سوراخ باندازه قطر نهایی و یا کمتر از آن مته شود .
- ۲- سوراخ برای پیچهای دقیق و یا سایر پیچها با حدود اشتباه مجاز کم ، باید یا ابتدا ۵ میلیمتر کوچکتر از قطر اسمی پیچ مته شوند و سپس بوسیله شابلون سوار شده و با زدن برقوگشاد گردد و یا اینکه قطعه سوار شود و سپس سوراخ گردد . انتخاب بستگی بنظر دستگاه نظارت دارد .
- ۳- برای سوراخ کردن چند عضو در يك مرحله ، باید ابتدا آنها

ساخت اسکلت فولادی در مساختمانها

را توسط گیره‌ای بیکد یگر بست و مانع از حرکت یا لغزش آنها شد. در صورتیکه دستگاه نظارت لازم بداند، باید این اعضا بلافاصله پس از سوراخ شدن از یکدیگر جداگشته و خرده‌های فلز از روی آنها برطرف گردد.

۴- در سوراخ کردن چند عضو در یک مرحله اگر نتوان سوراخ را به ضخامت کلی قطعات انجام داد، میتوان ابتدا سوراخ را بقطر کوچکتری انجام داده و سپس بعد از مونتاژ سوراخها را بقطر دلخواه تراشیده و گشاد نمود، اگر این طریق قابل اجرا نباشد، قطعات مختلف را باید بطور مجزا سوراخ نمود.

۵- قطر سوراخ جهت پیچهای دقیق (حدود اشتباه مجاز کم) باید اندازه قطراسمی ساقه پیچ تهیه شده و حدود اشتباه مجاز آن مابین $+0/13$ و $-0/00$ میلیمتر باشد.

۶- قطر سوراخهاییکه برای پیچهای سیاه تهیه میشوند میتوانند حداکثر $1/5$ میلیمتر از قطر پیچ بیشتر باشد مگر آنکه در مشخصات چیزی دیگری ذکر شده باشد.

۴-۱ فاصله آزاد

الف - فاصله آزاد قطعاتی که از دو طرف به عضوهای فلزی متصل میگردد و اتصال آنها بوسیله تلمبه مشترک صورت میگردد نباید از ۲ میلیمتر در هر طرف بیشتر باشد.

ب - فاصله آزاد از موانع برای کار گذاشتن تیر آهنهاییکه جان آنها ورقه‌های اتصال ندارد نباید بیش از ۳ میلیمتر باشد. اما در مواردیکه رعایت فاصله مذکور امکان پذیر نباشد تلمبه حفاظتی آنها باید بطور مناسب طرح گردد.

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

۴-۱۱ خم کردن

الف - خم کردن قطعات فلزی باید همواره توسط ماشینهای مخصوص خم و یا پرس انجام گیرد. قطعه خم شده باید بوسیله الگوی موجود کنترل شده و همچنین فضای بین قطعه والگونیاید از یک میلیمتر متجاوز نگردد. هیچگونه تری خوردگی یا اثرات ناشی از دستگاه خم نباید بر روی قطعه خم شده بوجود آید.

ب - خم کردن بطریقه سرد

در صورتی مجاز است که شعاع انحناء برابر و یا بزرگتر از مقدار زیر زیر باشد.

۱- صفحات: 25 برابر ضخامت صفحه

۲- ناودانیم، اسپریم: $25h$ و یا $25b$ در صفحه خمش

۳- نبشیها: 40 برابر b

$h =$ ارتفاع قطعه نورده شده $b =$ عرض بال قطعه

ج - خم کردن بطریقه گرم

۱- اگر شعاع انحناء کمتر از مقدار زیر گرفته شده در بالا باشد خم کردن باید بطریقه گرم انجام گیرد.

۲- قبل از خم کردن باید به قطعه مورد نیاز، 80 تا 90 درجه سانتیگراد حرارت داد (ظاهر شدن رنگ قرمز روشن)

۳- اگر برای مدت خم کاری درجه حرارت قطعه مذکور از 90 درجه سانتیگراد پائین تر آمد باید خم کاری متوقف گردد.

د - قبل از خم کردن صفحات باید لبههای صفحه، یعنی در آن قسمت که خمش انجام میگردد، با شعاع $5/1$ میلیمتر مدور گردد.

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

۱۲-۴ تراشکاری

الف - فصل مشترک اتصال عضوهای تحت فشار و یا تیرهای اصلی تحت تأثیر لنگر (مان) که اتصالشان با استفاده از قطعات تودلی انجام میگیرد، باید آنچنان تراشکاری و صاف گردد که هیچگونه بار اضافی علاوه بر آنچه در محاسبات استاتیکی منظور گردیده است، باین اعضاء وارد نیاید. حد اکثر فاصله آزاد در فصل مشترک آنها نباید از ۱/۱ میلیمتر بیشتر باشد.

ب - سرستونها

- ۱- انتهای ستونها با متعلقات مربوطه بآن از قبیل نودانی، نبشی و یا تودلی باید بتوسی تراشکاری گردند که در هنگام اتصال بعه عضو دیگر کلیه آنها کاملاً در مجاورت سطح تماس قرار گیرند.
- ۲- در مواردیکه بقدر کافی برای هدایت بار پنج و تولی در نظر گرفته شده باشد انتهای ستونم احتیاجی به تراشکاری ندارند ولی بمرحله اشکاف ایجاد شده نباید از ۱/۱ میلیمتر تجاوز نماید.

۱۳-۴ الکوساز

- الف - کلیه شابلن ها و الکوها فیکه در ساخت، کنترل، یا بجای قطعات مورد نظر مورد استفاده قرار میگیرند باید توسط پیمانکار تهیه گردد.
- ب - الکویاید از چوب، مقوا، ورق فولاد و یا مصالح دیگری که بتوسیب دستگاه نوارت رسیده است، ساخته شده باشد.
- ج - کلیه اندازه گذاریها باین جهت ساخت الکوشابلن نباید با خطا کش روسایل استاندارد فولادی انجام گیرد.
- د - الکوهایی که در ساخت عضوهای که بعداً قرار است رویهم قرار گیرند،

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

یا آنها و بزرگه برای ساخت قسمتهای د و طرفه یاف عضو بکار میروند بایند
کاملاً" از هر نظر قرینه یکدیگر باشند .

۱۴-۴ زیرسری ستونها و خریاها

الف - صفحات زیر سری باید یکپارچه ، صاف و از نوع فولاد نورد شده باشند .
ب - صفحاتی که ضخامت آنها از ۵ میلیمتر کمتر باشد باید توسط پرس صاف
شوند .

ج - صفحات زیر سری بجز آنهائیکه از مصالح صاف و مرغوب بریده شده
باشند باید در سطحی که به آنها بار وارد میآید بدقت تراشکاری شده
و با انتهای ستون مربوطه کاملاً" در تماس قرار گیرد .

د - سطح زیرین صفحات زیر سری که مستقیماً" با سطح اتکاء تماس پیدا
میکنند و روی آنها د و غاب ریخته میشود ، در صورتیکه با سطح بالای پایه
کاملاً" موازی باشند احتیاج به تراشکاری ندارند .

ه - برای خروج حبابهای هوا در هنگام د و غاب ریزی باید در صفحات
زیر سری سوراخهایی تعبیه گردد .

۱۵-۴ اعضا استوانهای توخالی

انتها و نیز سوراخهای موجود در این اعضا باید برای جلوگیری از ورود
رطوبت کاملاً" بسته شوند .

۱۶-۴ مونتاژ در کارخانه

الف - اتصالات

۱- اتصالات تمام اعضای اصلی خریاها ، قابها ، تیرهای سراسری ،

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

برجها، شاه تیرها و نیز قابهای ثابت باید حتی المقدور در کارخانه نصب گردیده و سعی شود که انتهای قطعات تحت فشار آنچنان باشند که در هنگام اتصال کاملاً "باعضود یگرتلط" حاصل نمایند. سوراخهایی که جهت مونتاژ این اعضاء در نظر گرفته میشود باید از اندازه حقیقی کوچکتر بوده تا بتوان در هنگام مونتاژ انرا طبق مشخصات گشاد نمود.

۲- جوشکاری، برچ و پیچ و مهره کردن اعضاء اسکلت فلزی بیکدیگر باید بر طبق مفاد بخش ۳ باشد.

۳- در مونتاژ باید دقت شود که کلیه اعضاء یک واحد درینک زمان اتصال داده شوند.

ب - خیز

۱- کلیه خرپاها و شاه تیرها فیکه دارای دهنه‌های بیشتر از مرتبه میباشند باید برای جبران تغییر شکل در اثر بار مرده قبلاً "خیزدار ساخته شوند".

۲- خیز باید حتی الامکان بر پایه یک منحنی ساده و منظمی که به دو انتهای خرپا و یا تیر ختم میگردد تشکیل شده و باید در کارگاه فقط با ریخته سرد انجام یابد.

۳- منحنی خیز تمام گره‌ها در خرپا، شاه تیر و یا تیرهای سراسری باید توسط کارخانه سازنده تهیه و به دستگاه نظارت ارائه شود. منحنی خیز نیز باید نشان دهنده تغییر کلی سیستم ترکیب شده باشد.

۴- قبل از شروع تراشکاری در عظیمات مونتاژ، که خود شامل خیز، برپا کردن قطعات و دقت در سوراخ کردن، راست و صافکاری

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

کردن قطعات میباشد باید رضایت و تأیید دستگاه نظارت جلب شده باشد.

ج - آزمایش صحت گسار

از هر واحد یکجور کار باید حداقل یکی مورد آزمایش قرار گیرد.

د - برگشت کردن نقائص

۱- سرگروه عیب و نقیصه که در هنگام نصب پدید آید باید بنحوی که دستگاه نظارت مشغول کرده و صلاح بداند توسط پیمانکار تصحیح گردد. حدود اشتباه مجاز برای اندازه‌ها و یا اشکال هندسی قطعات و عضوهای بکاررفته در بند ۶-۳ ذکر گردیده است.

۲- رانش سوراخها در هنگام نصب باید تا حدی باشد که فقط اعضاء را بر روی یکدیگر برود و میل نهایی مورد نظر قرار دهد ولی به هیچوجه نباید باعث کشاد شدن سوراخها و یا تغییر شکل اعضا بشود.

۳- پیمانکار مسئول بروز کلیه اشتباهات در ساخت اجزای بوده و شخصاً "موظف" به تصحیح آنها میباشد.

۴- پیمانکار همچنین مسئول بازدید و آزمایش اندازه‌های تمام شده کارهای بنایی و یا نورداسیون قبل از ساخت نهایی میباشد.

۴-۱۷ حدود اشتباه مجاز ساخت

الف - حدود اشتباه مجاز برای ستونهای ساخته شده، تیرها و پامهارها در ضمیمه شماره II ذکر شده است.

ب - اگر دستگاه نظارت لازم و یا صلاح بداند، میتواند در هر زمان حدود

ساخت اسکلت فولاد در ساختمانها

اشتباه مجازا جزایه اسکلت فولاد در رابتنهائی و بیاد رحالت مجتمع اسکلت تخییر دهد .

۱۸-۴ رنگ آمیزی در کارخانه

الف - قبل از رنگ آمیزی ، روغن کاری ، و با عملیات دیگر بر روی قطعات باید دقت نمود که قطعات کاملاً خشک بوده و سطوح آنها از زنگ زدگی ، خوردگی ، کثافات و دیگر مواد خارجی بوسیله برس دستی سیمی و یا مقد های دیگری که به تمویب دستگاه نظارت رسیده باشد ، پاک گردند . بجز مواردیکه مشخصات دیگری نگردد باشد ، پیمکانکار نباید در پاش کردن قطعات از زمین پاشی با فشار ، اسید و یا شعله استفاده نمایند .

ب - قبل از جابجا کردن اسکلت های ساخته شده به خارج از کارخانه باید کلیه اجزای آنها را بایه لایه رنگ سرب ضد زنگ و یا آب کسرم زرد رنگ ، رنگ آمیزی نمود .

ج - سلاح مشترک قائماتی که در کارخانه بیکدیگر متصل میشوند احتیاجی به رنگ آمیزی ندارد ، مگر آنکه در مشخصات نگردد باشد ، در اینحالت باید اتصال قطعات قبل از خشک شدن رنگ انجام پذیرد .

د - عملیات تمیزکاری ، رنگ ضد زنگ و غیره بر روی سلاح قطعاتی که پس از نصب و سوار کردن غیر قابل دسترسی هستند باید قبلاً در کارخانه انجام آید . سلاح های ایضائی که دارای سلاح جانبی مسدود میباشند ، احتیاجی باین عملیات ندارند .

ه - سلاحی که تر است جوشکاری میشوند نباید تا فاصله مناسبی از محل جوشکاری رنگ آمیزی گردند ، مگر آنکه جنس و نوع رنگ آمیزی باشد گه

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

در ابتدای جوشکاری برای جوشکار مضر نبوده و اشکالاتی در کار جوشکاری بوجود نیارد .

و - جوشها و یا قسمتهای جوش شده فلز مربوطه نباید قبل از پاک شدن و رویت و تصویب دستگاه نظارت رنگ آمیزی شوند .

ز - قسمتهای تکیه در بتن قرار میگیرند نباید رنگ آمیزی و یا روغن کاری شوند .

۴-۱ بازدید از عملیات ساخت

الف - دستگاه نظارت باید در تمام اوقات دسترسی کامل بان قسمت از کارهای کارخانه سازنده که بنحوی مربوط به ساخت کارهای فولادی میشود داشته باشد . کارهای مربوط به ساخت باید آنچنان باشد که در صورت پیمان نبودن آن با مفاد این مشخصات فنی و عمومی ، رضایت دستگاه نظارت از هر لحاظ حاصل گردد . بازدید همواره باید در محل ساخت و قبل از پایان کردن و توزیع کارهای ساخته شده انجام گیرد ، مگر آنکه دستور العمل دیگری داده شده باشد . بازدید قسمتهای مختلف در کارخانه نباید مانع و مزاحم انجام کار در قسمتهای دیگر کارخانه گردد .

ب - کلیه مسائل التوسازی و نیز ترمیمها باید توسط سازنده تهیه و جهت بازدید و توافق دستگاه نظارت به وی تسلیم شود .

ج - در نوع اسکلت ساخته شده و یا اجزای مربوطه آن که با مفاد ذکر شده در این مشخصات فنی و عمومی تطبیق ندارند ، ممکن است توسط دستگاه نظارت مورد شناخته شود .

د - در مواردیکه انجام آزمایشات جهت اجزای اسکلت فولادی ساخته شده در پیمان ذکر شده باشد پیماندار موظف است که تسهیلات لازم از

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

قبیل کارگر، دستگاه و مواد و مصالح را فراهم آورده و نتایج حاصله را ضبط و نگهداری نماید. رانندگی سوراخها بایستی باعث جابجایی شدن اجزاء قسمت‌های درکارخانه نصب و سوار میشوند نگردد.

هـ - اسکلت‌های فولادی یا اجزاء آنها که توسط دستگاه نظارت مورد شناخته شده‌اند بپذیر از موارد بینه قابل اصلاح باشند، نباید دوباره به این دستگاه تسلیم و ارائه گردند.

۴-۲۰ حمل و نقل اسکلت فولادی یا اجزاء آن بیای کار و محل نصب

الف - بر حسب

- ۱- قطعات فولادی باید قبل از حمل و نقل بر طبق علامت‌های اختصاری نشانه گذاری شوند و هر قطعه باید حاوی گواهی کیفیت، سابق مشخصات درخواستی، ازکارخانه سازنده باشد.
- ۲- اجزاء متصل شوند که درکارخانه ساخته شده و قرار است در محل کار تراشکاری و آماده گردند باید دارای علامت مشابه بوده با اوربکه مشخص شوند که این اجزاء متمم یکدیگرند چسب و چسبیدنی علامتی باید به دستگاه نظارت ارائه شود.
- ۳- واحد ها و قطعات ساخته شده که آماده تحویل بیای کار باشند، باید درکارخانه با همسری رنگ متناوبی، علامت گذاری شوند.
- ۴- بسته‌ها و بسته‌های حاوی قطعات کوچک هستند، بایستی بر طبق جدول علامت، علامت گذاری شوند.
- ۵- وزن قطعات سنگین باید در زمانهای قابل رویت مشخص گردد. قطعاتی که ترینه نیستند باید بوسیله دایره‌ای که در مرکز نقل آنها

ساخت اسکلت فولادی در سازه‌های تمام‌سازه‌ای

رسم شده و در امتداد علامت مشخصه وزن می‌باشد علامت گذاری شود .

۱- برای جلوگیری از مخلوط شدن قطعاتی که متعلق به اسکلت‌های مختلف می‌باشند باید آنها را با علائم اضافی دیگری برننگ‌های مختلف نشانه گذاری نمود .

ب - بسته بندی

۱- بسته بندی قطعات اسکلت فولادی باید بنحوی انجام گیرد که هنگام حمل و نقل با کامیون یا تریلی ، فشار و بار زیادی به آنها وارد نیامده و نیز تغییر شکلی در آنها پدید نیاید .

۲- تکیه قسمتهای تکیه خارج از یک قطعه قرار دارند ، همچنین درزها و انتهای قطعات مذکور باید محکم بسته شوند ، علاوه بر آن نیز باید سعی شود که انتهای پیچها و سازه تراشکاری شده به نحو مناسبی پوشیده و بسته بندی شوند تا در هنگام حمل و نقل از خسارات احتمالی جلوگیری گردد .

۳- پیچ و پیچها معمولاً بر حسب طول و فشارشان و همچنین مهره و واشر طبق اندازهشان بطور مجزا بسته بندی و حمل میگردند .

۴- لیست و شرح کامل قطعات بسته بندی شده باید در روی بسته بطور واضح ذکر گردیده باشد .

۵- شاه تیرهای بلند باید بنحوی بارگیری و علامت گذاری شوند که بتوان در موقع تخلیه بدون احتیاج به چرخاندن ، آنها را بر محل‌های مربوطه به خود تخلیه نمود . معمولاً " برای جابجایی کردن اینگونه قطعات دستورالعملی با قلمحه مذکور همراه می‌باشد .

ساخت اسکلت فولادی در ساختمانها

ج - حمل و نقل

- ۱- جهت ساخت قسمتهای مختلفه در کارخانه و همچنین بخش و توزیع آنها در محل کار باید توسط پیمانکار ، یک برنامه زمانی موقت به دستگاه نهارت تسلیم گردد .
- ساخت قسمتهای مختلفه باید در زمان مناسبی انجام گیرد تا همیشه گونه تاخیری در برنامه پیشرفت نصب بوجود نیاید . همچنین اجزاء کار باید به ترتیبی انجام پذیرد که عملاً "سهلترین" ، موثرترین و اقتصادی ترین روش برای کار باشد .
- ۲- بر روی کلیه قطعات فولادی قبل از بارگیری در کامیون باید عملیات زیر انجام گیرد :
 - الف - یاق لایه رنگ آستر
 - ب - تهیه تقویت شای لازم برای قسمتهای مختلفه کار ، جهت جلوگیری از تخریب شکل که در اثر نیروهای وارده در حین حمل و نقل بوجود میآید .
- ۳- قبل از حمل و نقل باید توجه نمود که قسمتهای ویژه در خارج قرار میگیرند توسط تیرهای فلزی و یا چوبی تقویت شوند . بهمین ترتیب باید لایه قسمتهائی را که ممکن است در طی مدت حمل و نقل خسارت ببینند با وسایل مناسب حفاظت کرد .
- ۴- در صورتی که اندازه ساخته شده قطعات بیشتر از طول استاندارد کامیون حمل و نقل باشد ، قبل از اقدام به انفصال قطعه ، باید موافقت کارخانه گراج و سازنده آن کسب گردد .
- ۵- بارگیری ، تخلیه باید بر طبق قوانین مربوطه در راهنمائیهی و رانندگی باشد .

قسمت پنجم

نصب اسکلت فلزی

۱-۵ کلیات

طریق نصب اسکلت فلزی و انجام کارهای مربوطه متغیر می باشد و بستگی به نوع و ابعاد ساختمان، شرایط کارگاه، وسائل موجود و نظائر دستگاه نذارت دارد. اگرچه برای نصب اسکلت فلزی طریقه خاصی وجود ندارد ولی بدایر کلی باید نکات ذیل رعایت گردد ..

۲-۵ نقشه های نصب

الف - نصب قطعات فولادی ساختمانها باید پس از آنکه پیمانکار نقشه های نصب کلیه مقاطع ساخته شده در کارخانه را که پیشنهاد نصب آنها را داده است حاضر بوده و بتصویب دستگاه نذارت رسانید شروع گردد.

ب - نقشه های مذکور باید با جزئیات کافی تهیه شده باشند بطوریکه طریقه صحیح نصب مقاطع مختلف فلزی را بوضوح مشخص نمایند و شامل جزئیات ذیل باشند.

- سلسله مراتب نصب مقاطع فلزی

- جزئیات مفروضات اصلی ساختمان

- سلسله مراتب نصب احتمالات

- محورهای اصلی اسکلت فلزی

- مقاطع اصلی نصب باعلامات مشخص کنند های که مطابقت باعلامات روی قطعات داشته باشد.

ج - نقشه های مذکور باید شامل جزئیات برای هم آهنگی بین نصب قطعات فلزی با سایر تاسیسات باشد.

نصب اسکلت فلزی

۳-۵ کارگاه و وسائل

الف - پیمانکار موظف است وسائل نصب موقتی و کلیه ابزار و ماشینها و قطعات لازم شامل گیره‌ها و پیچ‌های تنظیم و مطابقت دادن قطعات را که برای انجام سریع کار لازم است تهیه نماید .

ب - صلاحیت و ظرفیت کارگاه و کلیه وسائل مورد مصرف برای نصب باید بتائید دستگاه نظارت برسد .

ج - وسائلی که طبق نظر دستگاه نظارت نامناسب و یا خطرناک تشخیص داده شود باید توسط پیمانکار از محوطه کارگاه مربوطه خارج گردد .

۴-۵ تحویل قطعات فابریکی

الف - هنگام تحویل گرفتن قطعات فلزی در کارگاه پیمانکار باید نکات ذیل را بررسی نماید .

- ۱- وجود برقه گواهی در خصوصیت قطعات از نظر جنس و ساخت .
- ۲- معایب در قطعات به علت حمل و نقل ، بارگذاری و تخلیه .
- ۳- انحرافات در اندازه قطعات که مانع نصب آنها میگردد .

ب - هیچ یاه از قطعات نباید قبل از آنکه بطور صحیح تشخیص داده و ثبت گردند در انبار گذاشته شوند .

ج - پیمانکار موظف است در موقع تحویل قطعات مشخصات آنها را ثبت نماید و علامات روی قطعات را با علامات مربوطه در نقشه‌ها تطبیق دهد و در صورت کمبود قطعات و یا وجود عیوب در قطعات باید بلافاصله نکات ذیل را با اطلاع دستگاه نظارت برساند . پیمانکار مسئول مفقود شدن قطعاتی که تحت نگهداری او هستند و یا خسارات وارد بقطعات پس از اینکه بوسیله

او تحویل گرفته شدند میباشند .

ه-ه- جا بجا کردن و نگهداری قطعات

- الف - برای نگهداری قطعات در صورتیکه فوراً " نصب نگردند باید از محل مناسبی استفاده شود. مصالح باید با دقت کافی و مطابق دستورالعمل مربوطه انبار گردند تا از خستگی های بیش از حد جلوگیری گردد .
- ب - هر یک از قطعات که در اثر حمل و نقل ناشیانه و یا بعثت دیگری آسیب دیده است و ندارد ستگاه نظارت قابل تعمیر میباشند و آنکه خدشهای به استقامت آن وارد آید باید بروشی که مورد قبول دستگاه نظارت باشد تعمیر گردد و در غیر اینصورت بوسیله پیمانکار تعویض گردد .
- ج - کلیه قطعات فلزی باید در انباری که بالای سطح زمین قرار گرفته و بر روی سکوها و یا پایه های دیگر نگهداری شوند . قطعات مذکور باید از گرد و غبار و مواد روغنی و یا سایر مواد خارجی تمیز نگه داشته شوند و حتی الامکان باید سعی شود که از زنگ زدگی قطعات فوق جلوگیری بعمل آید .
- د - تیرهای عمال و تیرهای فرعی باید بصورت ایستاده نگهداری گردند و شمع زده شوند .
- ه - قطعات طولی مانند ستونها و غیره باید در روی تکیه گاههای مناسبی نگهداری شوند بطوریکه فواصل این تکیه گاهها از یکدیگر تا حدی باشد که از آسیب در اثر تولید خیز در قطعات جلوگیری شود .
- و - قبل از نصب قطعات باید گرد و غبار و زنگ روی آنها را که احتمالاً در موقع نگهداری در روی قطعات ایجاد گردیده است برطرف نمود .

نصب اسکلت فلزی

۶-۵ داریست

- الف - داریست باید بخوبی طرح و محاسبه و نصب گردیده باشد بطوریکه در مقابل بارهای وارده بخوبی ایستادگی نماید .
- ب - در صورت لزوم پیمانکار باید نقشه‌های اسکلت موقتی را برای تأیید دستگاه نظارت ارائه دهد .
- ج - تأیید نمودن نقشه‌های داریست هیچگونه مسئولیتی را از پیمانکار سلب نمینماید .

۷-۵ نصب قلععات

- الف - پیمانکار قبل از شروع نصب قلععات فلزی باید نحوه نصب قلععات را بد دستگاه نظارت اطلاع دهد و تأیید ایند دستگاه را دریافت دارد . هیچگونه عملیات نصب قبل از تأیید دستگاه نظارت نباید شروع گردد .
- ب - در محل قرارداد و تراژ نمودن کلیه قلععات فلزی و همچنین شاقول نمودن ستونها و نصب کلیه قلععات باید با دقت کافی باید طبق نقشه‌های تأیید شده و طبق رضایت کامل دستگاه نظارت انجام گیرد .
- ج - انحرافات در نصب قلععات فلزی باید در حدود انحرافات مجاز نصب که در ضمیمه ۳ ذکر شده است باشد . در صورتیکه انحرافات در نصب بیش از حد و مذکور و محتمل بیدقتی در نصب پیمایا میل مهارهای ورقه‌های زیرسری ستونها و غیره باشد دستگاه نظارت باید فوراً از نواقص فوق مطلع گردد تا تصمیمات لازم برای اینکه چه روشی باید اتخاذ گردد گرفته شود .
- د - هیچگونه اتصالات دائمی مانند پرچمها ، جوشها و پیچ و مهره‌ها نباید انجام گیرد تا زمانی که صحت نصب قلععات فلزی که بوسیله این اتصالات محکم میگردد از لحاظ ردیف بودن تراژ بودن و غیره تأیید شده باشد .

۸-۵ پیش‌بینی‌های ایمنی در نصب

الف - در موقع نصب، قلمحات فلزی باید به‌طور محکم و مطمئن بیکدیگر پیچ و مهره و یا بهر وسیله دیگری متصل شده باشند به‌طوری‌که پیش‌بینی‌های لازم جهت مقاومت در مقابل خستگی‌ها که در اثر نصب، وزن و سایر وسایل و یا کارگزاران در قلمحات ایجاد می‌گردد شده باشد.

ب - به‌علاوه مواردیکه باد بند‌های کافی به‌طور دائم در اسکلت فلزی ساختمان تعبیه شده باشند پیمانکار موظف است مهارها و باد بند‌های موقت، برای مقاومت در مقابل بارهایی از قبیل بار منتهجه از باد و یا زلزله که از لحاظ اذیت در حدود بارهای مفروضه در طرح و محاسبه اسکلت باشد تعبیه نماید و آنها را تا هنگامیکه شرایط ایمنی ایجاد می‌کند در جای خود نگه‌دارد. باد بند‌ها را موقتی می‌توان برداشت که اسکلت فلزی از لحاظ ایمنی پایداری خود را بدست آورده باشد.

ج - تأیید کارگاه و وسایل موجود توسط دستگاه نذارت به‌طوری‌که در بند ۳-ب و یا نحوه نصب به‌طوری‌که در بند ۷-الف شرح داده شده نباید پیمانکار را از انجام مسئولیت‌های خود از نظر مراعات شرایط ایمنی در روش نصب و در وسایل مربوطه و همچنین از اجرای کامل کارهای مربوطه طبق نقشه‌ها و مشخصات بازدارد.

۹-۵ نصب در مرحله

الف - سلسله مراتب: قلمحات فلزی باید بدقت طبق ردیف نشان داده شده در نقشه‌های نصب جمع و نصب گردند و کلیه مارک‌های تنظیم قطع‌ات مراعات گردند.

نصب اسکلت فلزی

ب - بلند کردن :

- ۱- بلند کردن قطعات باید بطور کلی بسیار با احتیاط انجام گیرد و باید طوری باشد که تولید خستگیهای زیاد در قطعات ننماید .
- ۲- قطعات بزرگ و سنگین را باید از نقاطی که برای بلند کردن آنها طرح و محاسبه شده و علامت گذاری گردیده اند بلند نمود تا اینک خستگیها به حد اقل تقلیل یابد .

- ### ج - گوه :
- گوه : کلیه گوهها که برای تراز نمودن شمعها بکار میروند باید تا اندازه ای که امکان دارد کوچک باشند بطوریکه بیرون آمدگی آنها از ورق زیرسری به حداقل برسد تا آنکه در غاب ریخته شده آنها راهپوشاند .

د - گیره :

- ۱- جهت تصحیح انحرافات جزئی میتوان از گیره استفاده نمود تا قطعات فلزی را بمحل صحیح نصب هدایت نمود . قطعات نباید بوسیله فشار و یا ضربه که ممکن است آنها را ناقص نموده و پیاد آنها ایجاد خستگی بیشتر نماید در محل نصب خود قرار گیرند .
- ۲- هرگونه خطا در ساخت و یا انحرافات که در اثر جابجا کردن و حمل و نقل در قطعات ایجاد میگردد و نقائص فوق در اثر گیره ، تراش یا برش اصلاح نگردند باید فوراً با اطلاع دستگاه نظارت برسد تا اصلاح فوق را رفع نماید و یا نحوه اصلاح اقتضای آنرا تأیید نماید .
- ۳- هرگونه نقص در ساخت و یا انحرافات حاصله از جابجا کردن و حمل و نقل که مانع سوار کردن (مونتاژ) صحیح و توازن کردن قطعات باشد و یا مصرف کم گیره ها و یا باگشاد نمودن کم سوراخها و یا با ضربه زدن و یا با برش مرتفع نگردن باید با اطلاع دستگاه نظارت برسد .

نصب اسکلت فلزی

ه - تصحیح نقائص :

- ۱- تراش ، خربه ویا برش بمقدار کم بمنظور تصحیح نقائص جزئی حاصله از ساخت با موافقت دستگاه نظارت مجاز می باشد .
- ۲- مصرف مشعل برش جوشکاری در کارگاه جهت تصحیح قطعات ساخته شده اصلی ممنوع می باشد . مصرف مشعل مذکور فقط در قطعات فرعی که تحت هیچگونه فشار نباشند و آنهم در هر صورت با موافقت دستگاه نظارت مجاز می باشد .

و - سطوح :

- سطوح باربر و کلیه سطوحی که در تماس دائم با یکدیگر هستند باید قبل از رویه‌بندی قرار گرفتن کاملاً " پانک " و تمیز شده باشند .

ز - اتصالات در هنگام نصب :

- ۱- مفصل های اتصالاتی پرچ ، پیچ و مهره و جوش باید اکتفاً مقاومت سطوح مجاور خود را دارا باشند و باید مطابق جزئیات نقشه های مربوطه و قسمت سوم " اتصالات فلزی ساختمانها " این مشخصات فنی و عمومی باشند .
- ۲- هیچگونه پرچ ، پیچ و مهره دائمی و جوشکاری قبل از قرار گرفتن قطعات در محل های نهائی خود نباید انجام گیرد .
- ۳- جوشکاری در کارگاه باید با برق مستقیم انجام گیرد .
- ۴- انتخاب الکترود های جوشکاری باید مطابق شرایط و موقعیت قطعات فلزی انجام گیرد و مطابق استاندارد جوشکاری باشد .
- ۵- نحوه انجام جوشکاری ، شکل ظاهری ، و ماشینیت جوش و نحوه اصلاح نمودن عیوب جوش باید مطابق بهترین روش ممکنه باشد و همچنین

بتأیید دستگاه نظارت رسیده باشد .

ح - پیچهای نصب :

- ۱- تعبیه سوراخهای اضافی در قطعات برای پیچهای موقتی جهت کمک در نگهداشتن قطعات در محل های مخصوص خود تا آنکه جوش گردد در صورت تأیید دستگاه نظارت مجاز می باشد .
- ۲- پیچهای نصب نباید شیچگونه باری را متحمل گردند .

۵-۱ انحرافات مجاز در نصب :

الف - بعضی انحرافات در ابعاد کلی نهایی اسکلت فلزی مشاهده خواهد شد و در صورتیکه دستور العمل دیگری نگرفته باشد این انحرافات را به شرایطیکه از حد مجاز که در ضمیمه ۳ تید شده اند تجاوز نمایند باید بنسبت در ردیف کار خوب شناخت و قبول نمود .

ب - بطور کلی هر کدام از قطعات نصب شده باید شاقول یا ترازو در محور صحیح تشخیص داده شود بشراییکه انحراف آن از ۵۰ : ۱ تجاوز ننماید .

۵-۱۱ رنگ کاری پس از نصب :

الف - کلیه قطعاتی که بدون رنگ زدن تحویل کارگاه شده باشند قبلاً از رنگ زدن باید خشک و عاری از هرگونه براده و زنگ گردد .

ب - سائونیکه آسیب دیده باشند و یا رنگ اولیه آن ریخته باشد ابتدا باید برنگ اولیه که در کارخانه خورده اند رنگ زده شوند .

ج - در مواقعیکه روی قطعات قشری از آب فلز کشیده شده باشد این قشر باید در کارگاه تکمیل شود تا روی اتصالات را که توسط جوش، پیچ و مهره و یا پرچ بهم متصل شده اند بپوشاند . در صورت موافقت دستگاه نظارت

نصب اسکلت فلزی

ممکن است بجای قشر مذکور برای محافظت از رنگ استفاده شود. پیچ و مهره‌های گالوانیزه از ملزومات فوق معاف میباشند.

د - سطوحی از قطعات که پس از نصب قابل دسترسی نباشند باید قبلاً از نصب طبق مشخصات کامل "رنگ" شده باشند.

ه - رنگ‌زنی در کارگاه نباید در هوای یخبندان و یا مه آلود و یا موقعی که رطوبت هوای اطوری است که باعث ایجاد شبنم بر روی سطح مورد رنگ‌زنی میگردد انجام گیرد.

۱۲-۵ تمیزکاری

پس از اتمام عملیات نصب قطعات و قبل از تحویل نهائی کار پیمانکار باید تمامی داربست و مخازن، غاصله از خاک برداری و گایه مصالح دیگر را که مربوط بکار او هستند و همچنین فضولات و ساختمانهای موقتی را بردارد و نرده‌های حصار را که آسیب دیده اند تصویض و یا تعمیر نماید و باید محوطه کار و محوطه اطراف را بصورت تمیز و قابل قبولی که مورد تصدیق دستگاه نظارت باشد درآورد.

۱۳-۵ بازدید نصب و پذیرش

الف - اسکلت خاتمه یافته باید بطور تمیز و دقیق ساخته شده باشد و مطابق کمال با دستور العمل های ساختمانی نقشه ها و این مشخصات فنی و عمومی داشته باشد.

ب - تحویل و پذیرش نهائی ساختمان توسط دستگاه نظارت در صورت مشاهده یک و یا کلیه نواقص ذیل در یک ناحیه و یا کلیه قسمت های اسکلت فلزی بتصویق خواهد افتاد.

- خیز بیش از حد

نصب اسکلت فلزی

- خیز فابریک بیش از حد
 - قائم بودن
 - پرچها و یا پیچ هائی که سفت نشده باشند و یا بطور دقیق در محل های خود نصب نگردیده باشند .
 - انحراف از محور تعیین شده .
 - پیمانکار موظف است کلیه نواقص فوق را بصورتیکه قابل قبول دستگراه نظارت باشد تعمیر نماید .
- ج - قیحاتی که نصب آنها تکمیل شده باشد باید دقیقاً در محل خود قرار گرفته باشند و نواقصی از قبیل خمش، پیچش و یا درزهای عریض در آنها وجود نداشته باشد .

قسمت ششم

ضمیمه شماره ۱

۱-۶ راست نمودن مصالح فولادی

الف - انحرافات مجاز

حد اکثر انحرافات مجاز مصالح فلزی که راست نمودن آن در حرارت معمولی مجاز میباشد بقرار زیر است :

مقدار مجاز انحراف (میلیمتر)	نوع انحراف	قطعات مورد شده
$e \leq \frac{L^2}{400E}$ $f \leq \frac{L^2}{400B}$	بدون پیچش پیچش دار	ورقهای فولادی
$f \leq \frac{L^2}{720b}$	خمش در صفحه محور اصلی	نیشی
$f \leq \frac{L^2}{400h}$ $f \leq \frac{L^2}{720b}$	خمش در صفحه محور اصلی	ناودانی
$f \leq \frac{L^2}{400h}$ $f \leq \frac{L^2}{400b}$	خمش در صفحه محور اصلی	تیر آهن

ب- حروف اختصاری

f = خموش

L = طول قطعه

t = ضخامت قطعه

B = عرض قطعه

b = عرض نبشی، بال ناودانی یا تیرآهن

h = طول جان ناودانی یا تیرآهن

ضمیمه شماره ۲

۲-۶ انحرافات مجاز حاصله از ساخت در کارخانه

قطعات ساختمانی	ابعاد	حد اکثر انحراف مجاز میلیمتر
	H = ارتفاع	برای متر 10 $H \leq$ میلیمتر ± 10 برای متر 10 $H >$ $\pm 15mm \leq \frac{H}{1000}$
	$\Delta =$ انحراف از (H)	
ستون	$\Delta =$ انحراف (خمش) ستون از خط راست	$\pm 15mm \leq \frac{H}{1000} \leq \Delta$
	a = اندازه مساوی یا غیر مساوی اضلاع سطح مقطع ستون $\Delta =$ تفاوت با (a)	$\pm 10mm \leq \frac{a}{50} \leq \Delta$
تیر آهن (مرکب)	L = طول	برای متر 25 $L \geq$
	$\Delta =$ تفاوت با (L)	$\pm 20mm \leq \frac{L}{2500} \leq \Delta$
	Y = خیر	
	$\Delta =$ تفاوت با (Y)	$\pm \frac{L}{10Y} \leq \Delta$
	b = ارتفاع (جان تیر + بالها) $\Delta =$ تفاوت با (b)	$\pm 5mm \leq \Delta$

ضمیمه شماره ۲
(ادامه)

حد اکثر انحراف مجاز میلیمتر	ابعاد	قطعات ساختمانی
<p>برای متر $L \geq 25$</p> <p>میلیمتر $\Delta \leq 10$</p>	<p>$L =$ طول خرپا در حد فاصل نقاط اتکا</p> <p>$\Delta =$ تفاوت با (L)</p>	خرپا
<p>$\Delta \leq \frac{L}{1000}$</p>	<p>$\Delta =$ انحراف (خمش تیر پائین از خط راست)</p>	
<p>برای متر $1 \leq 6$</p> <p>میلیمتر $\Delta \leq \pm 3$</p>	<p>$1 =$ طول يك عضو خرپا</p> <p>$\Delta =$ تفاوت با (1)</p>	
<p>میلیمتر $5 \leq \frac{1}{1000} \leq$</p>	<p>$\Delta =$ خمش در عضو (میله)</p>	

ضمیمه شماره ۳

۳-۶ انحرافات مجاز در نصب

حداکثر انحراف مجاز	قطعه ساختمانی مربوط به انحراف ذکر شده
<p>میلیمتر ± 5</p> <p>میلیمتر $\leq \frac{H}{1000} + 25$</p> <p>میلیمتر $\leq \frac{H}{1000} + 15$</p>	<p>ستون (ارتفاع = H)</p> <p>انحراف موقعیت مکانی محور ستون از محور انتخاب شده آن در سطح اتکاء ستون</p> <p>انحراف محور ستون در انتهای فوقانی آن از خط شاقول</p> <p>انحراف از خط شاقول در اثر خم شدن ستون</p>
<p>میلیمتر ± 20</p> <p>$\frac{H}{250}$</p> <p>میلیمتر $\leq \frac{L}{1500} + 10$</p> <p>میلیمتر ± 5</p>	<p><u>خرپا و شاه تیر مرکب (ارتفاع = H)</u></p> <p>حداکثر انحراف ارتفاعی سطح اتکاء از ارتفاع تعیین شده در نقشه ها</p> <p>انحراف مفصلها در تیر بالایی خرپا در میاننده ها نه (بین نقاط اتکاء) از یک سطح شاقول که محور اتکاء را در برداشته باشد</p> <p>بال تحت فشار ممکن است دارای انحراف از سطحی که خرپا در آن قرار دارد باشد . اگر $L =$ طول دهانه خرپا باشد انحراف مجاز حاصله از این قوس مساویست با فاصله مابین تیرهای اصلی (در صفحه عمود بر صفحه خرپا)</p>

حد اکثر انحراف مجاز	قطعه ساختمانی مربوط به انحراف ذکر شده
$\frac{H}{500}$ 10 میلیمتر 15 میلیمتر	<p><u>شاه تیرهای حمل کننده جرثقیل</u></p> <p>انحراف بال، در وسط دهانه، نسبت به صفحه عمودی که از نقاط اتکاء عبور کند. $H =$ ارتفاع شاه تیر</p> <p>انحراف (فاصله) عمودی بین انتهای شاه تیرهای يك خط ریل :</p> <p>در نقاط اتکاء</p> <p>در فواصل نقاط اتکاء</p>
حد اکثر. ۱ میلیمتر ±5 میلیمتر	<p>انحراف (فاصله) عمودی ریلها از يك ستون پایه ستون مجاور در امتداد ریل : $L =$ دهانه دستون =</p> <p>فرق فاصله دور ریل از هم با مقایسه با فاصله داده شده در نقشه ها</p>
1 میلیمتر	<p>حرکات عرضی و بالا و پائین رفتن ریلها در نقاط اتصال و یا اتکاء</p>
±2.5 میلیمتر	<p>انحراف محور طولی ریل از محور حساب شده</p>

APPENDIX III (Cont'd)

Horizontal and vertical relative motion of crane rail ends at joinings:.....	1mm
Deviation of rail longitudinal axis as against the theoretical axis:.....	± 2.5mm.

<p>Compression flange may have a curvature in the truss plane; L being the truss span; the allowable deflection due to this curvature is:.....</p> <p>Space between main beams:.....</p>	<p>$\frac{L}{1500}$ but max. 10mm</p> <p>±5mm</p>
<p><u>CRAINE GIRDERS</u></p>	
<p>Deviation of top flange in the middle of the beam with respect to the vertical plane passing through the support axis, H being the girder height:....</p>	<p>$\frac{H}{500}$</p>
<p>Level difference of rail ends of the two rolling tracks in the same cross section:</p> <ul style="list-style-type: none"> - on support:..... - on span:..... 	<p>10mm</p> <p>15mm</p>
<p>Level difference of rolling rails of the two neighbouring columns along the rolling track, L being space between columns:.....</p>	<p>$\frac{L}{1500}$ but max. 10mm</p>
<p>Track gauge difference as compared with the track gauge provided in the drawings:.....</p>	<p>±5mm</p>

APPENDIX III

6.3 ERECTION TOLERANCES

STRUCTURAL ELEMENT TO WHICH THE TOLERANCE IS REFERED	MAXIMUM ALLOWABLE TOLERANCE
<p>COLUMNS (Height = H)</p> <p>Position of column axis with respect to the tracing axis considered at column base:...</p> <p>Deviation of column top side from the vertical:.....</p> <p>Deflection due to column curvature:.....</p>	<p>$\pm 5\text{mm}$</p> <p>$\frac{H}{1000}$ or max $\pm 25\text{mm}$</p> <p>$\frac{H}{1000}$ or max. 15mm</p>
<p><u>TRUSSES AND GIRDEES</u></p> <p>(Height = H)</p> <p>Max. deviation of support elevation from those shown on Drawings:.....</p> <p>Deviation of top joint in the middle of the span as against the vertical plane passing through support axes:.....</p>	<p>$\pm 20\text{mm}$</p> <p>$\frac{H}{250}$</p>

APPENDIX II (Cont'd)

TRUSS	<p>L= Length of truss between supports</p> <p>Δ= Deviation from (L)</p>	<p>For $L \leq 25$ meters</p> <p>$\Delta \leq \pm 10\text{mm}$</p>
	<p>Δ= Deflection (deviation of bottom chord from horizontal)</p>	<p>$\Delta \leq \frac{L}{1000}$</p>
	<p>l= Length of a member of truss</p> <p>Δ= Deviation from (l)</p>	<p>For $l \leq 6$ meters</p> <p>$\Delta \leq \pm 3\text{mm}$</p>
	<p>Δ= Deflection of member</p>	<p>$\Delta \leq \frac{l}{1000} \leq 5\text{mm}$</p>

APPENDIX II

6.2 FABRICATION TOLERANCES

STRUCTURAL MEMBER	ELEMENT OF MEMBER	MAXIMUM ALLOWABLE TOLERANCE (mm)
COLUMN	H=Height Δ =Deviation from theoretical length	For $H \leq 10$ meters $\Delta \leq \pm 10\text{mm}$ For $H > 10$ meters $\Delta \leq \pm \frac{H}{1000} \leq \pm 15\text{mm}$
	Δ =Deflection (Sag) from straight line	$\Delta \leq \frac{H}{1000} \leq \pm 15\text{mm}$
	a=Equal or unequal breadth or width Δ = Deviation from corresponding (a)	$\Delta \leq \pm \frac{a}{50} \leq \pm 10$
	L=Length Δ =Deviation from (L)	For $L \geq 25$ meters $\Delta \leq \frac{L}{2500} \leq \pm 20\text{mm}$
BEAM (BUILT-UP)	y=Camber Δ =Deviation from (y)	$\Delta \leq \pm \frac{L}{10y}$
	b=Depth Δ =Deviation from (b)	$\Delta \leq \pm 5\text{mm}$

b. Nomenclature

f = Deflection.

L = Length of piece

t = Thickness of piece

B = Width of piece

b = Width of angle, flange of channel or I section

h = Height of channel or I section.

SECTION 6

APPENDIX 1

6.1 STRAIGHTENING OF MATERIALS

a. Allowable Deformations

Maximum allowable deformation of pieces to which cold straightening may be allowed.

ROLLED SHAPE	TYPE OF DEFORMATION	MAXIMUM ALLOWABLE DEFORMATION (mm)
Steel sheets	Plain	$f \leq \frac{L^2}{400t}$
	Twist	$f \leq \frac{L^2}{400B}$
Angles	Bending along Main Axis	$f \leq \frac{L^2}{720b}$
Channels	Bending along Main Axis	$f \leq \frac{L^2}{400h}$ $f \leq \frac{L^2}{720b}$
I Section	Bending along Main Axis	$f \leq \frac{L^2}{400h}$ $f \leq \frac{L^2}{400b}$

STRUCTURAL STEEL ERECTION

- Loose and unevenly lined or spaced bolts and rivets.
- Variation from the specified alignment.

The Contractor shall repair all such defective work to the complete satisfaction of the Engineer.

- c. Finished members shall be true to line and free from twists, bends and open joints.

condensation on the surface to be painted.

5.12 CLEAN UP

- a. Upon completion of the erection and before final acceptance, the Contractor shall remove all falsework, excavated and other material caused by his operations, rubbish & temporary buildings, replace or renew any fences damaged, and shall leave the Site and adjacent property in a neat and presentable condition satisfactory to the Engineer.

5.13 ERECTION INSPECTION AND ACCEPTANCE

- a. The completed structure shall show careful finished workmanship in all respects in addition to the proper compliance with the details of construction as shown on the Drawings and/or specified herein.
- b. Final acceptance will be withheld by the Engineer if on inspection the presence of any or all of the following defects in any individual portion or in general are detected.
 - Excessive deflection.
 - Excessive camber.
 - Non-verticality.

STRUCTURAL STEEL ERECTION

- b. In general, the individual pieces shall be considered plumb, level and aligned if the deviation does not exceed 1 in 500 .

5.11 FIELD PAINTING

- a. All surfaces to be painted shall be dry and thoroughly cleaned from all loose scale and rust before painting of steel which is delivered unpainted is begun.
- b. Damaged or deteriorated paint surfaces shall first be made good with same type of paint as the shop coat.
- c. Where the steel has received a metal coating in the shop this coating shall be completed on Site so as to be continuous over any welds and Site rivets or bolts, but subject to the approval of the Engineer protection may be completed by painting on Site. Bolts which have been galvanized or similarly treated are exempt from this requirement.
- d. Surfaces which will be inaccessible after Site assembly shall receive the full specified protective treatment before assembly.
- e. Site painting shall not be done in frosty or foggy weather, or when humidity is such as the cause

STRUCTURAL STEEL ERECTION

3. Field welding shall be done by direct current.
4. Welding electrodes shall be suitable for positions and other conditions of intended use, in accordance with standard welding practice.
5. The technique of welding, the appearance and quality of welds made and the method of correcting defective work shall conform to the best practice and shall be approved by the Engineer.

h. Erection Bolts

1. Additional holes for bolts to assist in the location of welded members may be permitted subject to the approval of the Engineer.
2. Erection bolts shall not be assumed to carry any load.

5.10 ERECTION TOLERANCE

- a. Some variation is to be expected in the finished overall dimensions of the structural steelwork, and unless specified otherwise, such variations shall be deemed to be within the limits of good practice when they are not in excess of the erection tolerances specified in Appendix III .

STRUCTURAL STEEL ERECTION

to the Engineer.

e. Correction of Errors

1. A moderate amount of reaming, chipping and cutting to correct minor fabrication errors can be done with the approval of the Engineer.
2. The use of a gas-cutting torch in the field for correcting fabrication errors shall not be permitted on major structural members; its use will be accepted for minor members which are not under stress and in any case only with the permission of the Engineer.

f. Surfaces

1. Bearing surfaces and surfaces to be in permanent contact shall be thoroughly cleaned before the members are assembled.

g. Field Connections

1. Riveted, bolted and welded joints shall be as strong and rigid as the adjoining section and shall be done according to details on the drawings and as specified in section 3 "Structural Steel Connections" of this specification .
2. No riveting, permanent bolting or welding shall be done until proper alignment has been obtained.

STRUCTURAL STEEL ERECTION

all match-marks shall be followed.

b. Lifting

1. Lifting of members shall in general be done in a safe manner and in such a way as not to impose excessive stresses on any part.
2. Complex and heavy items shall be lifted at clearly marked and carefully calculated lifting points designed to reduce the stresses to a minimum.

c. Wedges : All wedges used for levelling up stanchions shall be kept as small as possible and their projection beyond the base plates kept to a minimum, so that they are totally encased by the grout.

d. Drift Pins

1. Drift Pins may be used to correct minor misfits, so as to draw the parts into position. Parts shall not be forced into correct position for erection by pressing or knocking which could deform the parts or subject them to additional stresses.
2. Any error in shop fabrication, or deformation resulting from handling and transportation which prevents the proper assembling and fitting up of parts by the moderate use of drift pins, reaming, chipping or cutting, shall be reported

STRUCTURAL STEEL ERECTION

5.8 SECURITY DURING ERECTION

- a. During erection, the steelwork shall be securely bolted or otherwise fastened so as to make adequate provision for all stresses and conditions, including those due to erection, equipment and workers weights.
- b. Unless adequate bracing is included as a part of the permanent framing, the Contractor, shall install temporary guys and bracing, where needed, to secure the framing against loads such as wind and seismic forces comparable in intensity to that for which the structure was designed and shall have them in position until such time as conditions of safety permit its removal.
- c. The approval of the Engineer of the plant and equipment as noted in para, 5.3b., or, the method of erection as noted in para 5.7.a. shall not be considered as relieving the Contractor of the responsibility for the safety of his method or equipment or from executing and finishing the work in full accordance with the drawings and specifications.

5.9 FIELD ASSEMBLING

- a. Order : Steelwork shall be accurately assembled in the order shown on the Erection Drawings and

STRUCTURAL STEEL ERECTION

responsibility.

5.7 SETTING OUT OF ERECTION

- a. The Contractor before starting the work of erection, shall inform the Engineer as to the method of erection he proposes to follow, and get his approval. No work shall be done until such approval from the Engineer has been obtained.
- b. The positioning and levelling of all steelwork, the plumbing of columns and the assembly of every part of the structure with accuracy shall be in accordance with the approved drawings and to the satisfaction of the Engineer.
- c. Deviations in the setting out of structural pieces shall be within the allowable erection tolerances given in Appendix III. However if the erection deviations are greater than these tolerances due to say, inaccurate positioning of foundations or of the anchor bolts, the Engineer shall be informed in order to decide what steps shall be taken.
- d. No permanent connection, riveting, welding and bolting shall be done until as much of the structure as will be stiffened by such connection has been approved with respect to alignment and levelling.

STRUCTURAL STEEL ERECTION

manner approved by the Engineer, otherwise it shall be replaced by the Contractor.

- c. All structural materials shall be stored at the stockyard above the ground on platforms, skids or other supports. It shall be kept free from dirt, grease and other foreign matter, and shall be protected as far as possible from corrosion.
- d. Girders and beams shall be kept upright and shored.
- e. Long members, such as columns and chords shall be supported on proper supports placed near enough to prevent injury from deflection.
- f. The pieces shall be sent for erection after cleaning all dirt and rust that may have collected during storage.

5.6 FALSEWORK

- a. The falsework shall be properly designed and substantially constructed and maintained for the loads which will come upon it.
- b. The Contractor, if required, shall prepare and submit to the Engineer for approval plans for falsework.
- c. Approval of the Contractor's plans shall not be considered as relieving the Contractor of any

STRUCTURAL STEEL ERECTION

regarding materials and execution.

2. Defects in the materials, resulting from transport and unloading.
 3. Deviations of the pieces, which can prevent their correct mounting.
- b. No piece shall be laid in the store before being properly identified and registered.
 - c. The Contractor shall keep a register and check the arrival of the pieces with their code against the shopping list and promptly report in writing to the Engineer any shortage or injury discovered. He shall be responsible for the loss of any material while in his care, or for any damage caused to pieces after they are received by him.

5.5 HANDLING AND STORING OF MATERIALS

- a. Satisfactory storage place shall be planned if the steel cannot be immediately erected. Material shall be carefully placed in accordance with the specifications to avoid overstress and other damages.
- b. Any member which has become damaged from mishandling or any other causes and in the opinion of the Engineer can be repaired without impairing its strength, then it shall be repaired in a

STRUCTURAL STEEL ERECTION

- The basic components of erection, and their designations which must correspond to those marked on the pieces.
- c. These drawings shall cover details of layout for coordination with other trades and installations.

5.3 PLANT AND EQUIPMENT

- a. The Contractor shall provide the falsework and all tools, machinery and appliances, including drift pins and fitting-up bolts, necessary for the expeditious handling of the work.
- b. The suitability and capacity of all plant and equipment to be used for the erection shall be subject to the approval of the Engineer.
- c. Any item which is considered by the Engineer to be unsuitable or dangerous shall be removed from the site by the Contractor.

5.4 DELIVERY OF FABRICATED MATERIAL

- a. The Contractor, on receiving the material at the site from the fabrication shop, shall check the following:
 - 1. The existence of certificates of quality,

SECTION 5
STRUCTURAL STEEL ERECTION

5.1 GENERAL

- a. Procedures used in the erection of steel vary depending upon the type and size of structure, the site conditions, the availability of equipment and the Engineer's preference. Though erection procedures cannot be fully standardized the following general pattern of work shall be considered.

5.2 ERECTION DRAWINGS

- a. Erection of the steel structures shall commence after the Contractor has made the erection drawings for all fabricated metal work he proposes to furnish and install and has got them examined and approved by the Engineer.
- b. These drawings shall be prepared in sufficient detail so as to give proper guidance in the execution of the work and shall include the following details:
 - The order of erection.
 - The main structural data.
 - The order of connection fixing.
 - The main structural axes.

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

restriction in the truck size, the position and kind of the supplementary erection joints shall be established only after the designer's approval.

5. The loading of trucks shall obey all traffic rules and truck gauges.

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

and marked that they may be delivered at the Site in position for handling without turning and instruction for such delivery shall be also given along with them.

c. Transporting

1. A tentative schedule for the fabrication shop and for dispatching to the Site shall be forwarded to the Engineer. Manufacture of the work shall be in ample time so as not to delay erection progress, and delivered at the job Site in such sequence as will permit the most efficient and economical performance of the work.
2. Before Loading of the trucks, all steel work shall have:
 - (a) a coat of primer paint;
 - (b) suitable stiffening to withstand the excessive deformation and stresses produced by lifting devices.
3. Before Transporting those parts which stand out and which would bend en-route shall be stiffened by metal or wooden beams. Likewise the edge of those parts, which could be damaged during transport, shall be protected by suitable means.
4. If some pieces cannot be transported in the lengths designed in the project due to the

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

5. The heavy pieces shall also have the weights marked in a visible place. On asymmetrical pieces, a circle shall be marked at the centre of gravity and alongside the weight marked.
6. To avoid mixing of the pieces of the various structures an additional mark in a different colour or other suitable sign indicative of each structure shall be affixed.

b. Packing

1. Structural members shall be loaded in trucks in such a manner that they may be transported and unloaded at their destination without being excessively stressed, deformed or otherwise damaged.
2. All projecting parts of bars, and all ends of members and joints shall be stiffened, and all screwed ends and machined surfaces shall be suitably packed so as to prevent distortion during transit.
3. Rivets and bolts are commonly shipped in separate containers according to length and diameter, and loose nuts and washers are shipped in separate containers according to size.
4. A list and description of the contained material shall be plainly marked on the outside of each closed container.
5. Long girders shall be so loaded on the trucks

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

with a sufficient number of parallel drifts to bring and keep the parts in place.

- e. No structure or part of a structure once rejected shall be resubmitted for test, except in cases where the Engineer considers the defect as rectifiable.

4.20 DISPATCHING TO SITE FOR ERECTIONa. Marking

1. Each piece of steel work shall be distinctly marked before delivery, in accordance with the marking diagram, and each lot shall include the certificate of quality, to the relevant specifications, of the producer plant.
2. Connecting parts assembled in the shop ~~for the~~ purpose of reaming holes in the field shall be match-marked, and a diagram showing such marks shall be furnished to the Engineer.
3. The fabricated units and pieces which are dispatched to the Site shall be distinctly marked at the shop with a resistance paint or by stamping.
4. The small pieces which are dispatched in bundles or boxes shall also bear the marking on the boxes and bundles in accordance with a marking diagram.

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

4.19 FABRICATION INSPECTION

- a. The Engineer shall have free access at all reasonable times to those parts of the manufacturer's work which are concerned with the fabrication of the steelwork, and shall be afforded all reasonable facilities for satisfying himself that the fabrication is being undertaken in accordance with the provisions of this specification. Unless specified otherwise, inspection shall be made at the place of manufacture prior to dispatch and shall be conducted so as not to interfere unnecessarily with the fabrication work.
- b. All gauges and templates necessary to satisfy the Engineer shall be supplied by the manufacturer to aid in his inspection.
- c. Any fabricated structure or part of which does not comply with any of the provisions of this specifications is liable to be rejected by the Engineer.
- d. When partial or full size test of fabricated structural members are stipulated in the contract, the Contractor shall provide suitable facilities, materials, supervision and labor necessary for making and recording the tests as shown on the drawings and/or as required by the Engineer. The members shall be shop assembled

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

brushing or by other approved methods by the Contractor. Unless otherwise specified the Contractor shall not sand blast, flame clean or pickle the material prior to painting.

- b. All structural steel shall be given a shop coat of red lead or yellow chromate metal primer immediately after fabrication and before delivery.
- c. Shop contact surfaces need not be painted unless so specified. If so specified, they shall be brought together while the paint is still wet.
- d. Surfaces not in contact, but inaccessible after shop assembly, shall receive the full specified protective treatment before assembly. This does not apply to the interior of sealed hollow sections.
- e. In the case of surfaces to be welded, the steel shall not be painted or metal coated within a suitable distance of any edges to be welded if the paint specified or the metal coating would be harmful to welders or impair the quality of the welds etc.
- f. Welds and adjacent parent metal shall not be painted prior to deslagging, inspection and approval.
- g. Parts to be encased in concrete shall not be painted or oiled.

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

parts into position, and not sufficient to enlarge the holes or distort the metal.

3. The Contractor alone shall be responsible for all errors of fabrication and for correct fitting of structural members.
4. He shall also be responsible for checking the finish dimensions of masonry and foundation work prior to final fabrication.

4.17 FABRICATION TOLERANCES

- a. The allowable tolerances for the dimensions, out of alignment curvature, etc. of fabricated columns, beams, and bracing members are given in Appendix II.
- b. The Engineer, at such times as needed, may add to, modify or revise the tolerance required for various structural members, individually or in conjunction with other members of the structural framework.

4.18 SHOP PAINTING

- a. All surfaces which are to be painted, oiled or otherwise treated shall be dry and thoroughly cleansed of all loose mill scale, dirt and other foreign matter by means of hand wire

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

regular curve from end to end of truss or beam, and shall be achieved by cold bending only, in the shop.

3. A camber diagram shall be furnished to the Engineer by the Fabricator showing the camber at each panel point of each truss, continuous beam line, plate girder or rigid frame. When the unit is assembled, the camber diagram shall show the camber measured in assembly.
 4. Each assembly, including camber, alignment, accuracy of holes and fit of milled joints, shall be approved by the Engineer before reaming is commenced.
- c. Tests: A minimum of one test per every ten units shall be made for the same type of construction.
- d. Corrections
1. Defects which may appear during assembling shall be made good with the consent of and according to the procedure laid down by Engineer. The tolerance allowed for the dimensions, geometric forms and element sections are indicated under para. 6-3
 2. The drifting of holes done during assembling shall be only such as to bring the

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

4.15 TUBULAR MEMBERS

- a. All tubular members shall have their ends and other holes sealed to prevent the access of moisture to the inside.

4.16 SHOP ASSEMBLINGa. Connections

1. The field connections of main members of trusses, bents, continuous beam spans, towers, plate girders and rigid frames shall be assembled in the shop with the milled ends of compression members in full bearing, and then shall have their sub-size holes reamed to specified size while the connections are being assembled.
2. The structural steel connections shall be made welded, bolted and riveted according to the provisions of section 3.
3. The assembly shall consist of connecting of all members of each unit at one time.

b. Camber

1. All trusses and girders of 8 meters or larger span shall be fabricated with a camber to compensate for dead load deflections.
2. The camber shall approximate a simple and

4.12

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

- b. Templates may be of timber, cardboard, sheet steel or as specified by the Engineer.
- c. All measurements in making the templates and jigs shall be with standard steel tapes and rules.
- d. Templates used for reaming matching members, or the opposite faces of a single member, shall be exact duplicates.

4.14 BASES TO COLUMNS AND TRUSSES

- a. Bases shall be of one piece rolled steel bearing plates and flat.
- b. Plates thinner than 50 mm shall be straightened by a press.
- c. Plates, except when cut from material with true surfaces, shall be accurately machined over the bearing surface and shall be in effective contact with the end of the column.
- d. A bearing face which is to be grouted direct to a foundation need not be machined if such face is true and parallel to the upper face.
- e. To facilitate grouting, holes shall be provided where necessary in the base plate for the escape of air.

4.12 MACHINING

- a. Column Splices, abutting joints in compression members and girder flanges which depend on contact for stress transmission shall be accurately machined and close-butted over the whole section with a clearance of a max. of 0.1 mm so that the permitted stress in bearing is not exceeded nor eccentricity of loading created, which would induce secondary bending in the members.
- b. Column Caps
 1. The column ends together with the attached gussets, angles, channels, etc. shall be accurately machined so that the parts connected butt over the entire surface of contact.
 2. Where sufficient gussets and rivets are provided to transmit the entire load, the column ends need not be machined, however the gap shall not exceed 5 mm.

4.13 TEMPLATING

- a. All templates and jigs to be used in the repetition work and/or to ensure the accuracy of the work and/or for the interchangeability of the parts, shall be provided by the Contractor.

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

be checked by gauges and the space between the gauges and the piece shall not be greater than 1 mm. The bent piece shall not have cracks or other traces from the bending equipment.

b. Cold Bending shall be allowed if the radius of curvature is equal to or greater than:

1. Plates: 25 times the thickness.

2. Channels and T Shapes: 25h or 25b in the plane of bending

3. Angles: 45 times b
where h = height of rolled shape
b = width of flange.

c. Hot Bending

1. When the radius of curvature is less than the values indicated above under cold bending, hot bending shall be done.

2. The metal piece shall be heated to a temperature of 850^oc to 950^oc (light red colour) before bending.

3. If the temperature subsequently falls below 500^oc, the bending shall be discontinued.

d. Before bending, the corners of the plate shall be rounded to a radius of 1.5 mm throughout that portion of the plate at which the bending is to occur.

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

size and reamed out after assembly. Where this is not practicable, the parts shall be drilled and reamed separately through hard bushed steel jigs.

5. Holes for close tolerance bolts shall be drilled to a diameter equal to the nominal diameter of the shank subject to a tolerance of $+0.13\text{mm}$ and -0.0mm .
6. Holes for black bolts shall be drilled not more than 1.5mm greater than the diameter of the bolts unless otherwise specified.

4.10 CLEARANCES

- a. The erection clearance for cleated ends of members connecting steel to steel shall be not greater than 2mm at each end.
- b. The erection clearance at ends of beams without web cleats shall be not more than 3mm at each end, but where, for practical reasons, this clearance has to be increased, the seating shall be suitably designed.

4.11 BENDING

- a. Bending of a metal piece shall be done by a bending machine or presses. The accuracy shall

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

3. Holes, for close tolerance bolts to floor beams and splice plates, shall be subpunched and reamed to a steel template or reamed while assembled, to the required size and finish.
4. Holes must be clean cut without torn or ragged edges.

c. Drilling

1. If the thickness of the material is more than the nominal bolt diameter plus 3mm and more than 16mm, the holes shall be either subdrilled or drilled to full size.
2. Holes for turned bolts and other close tolerance bolts shall be subdrilled 5mm smaller than the nominal diameter of the bolt and reamed assembled or to a steel template or, after assembling, drilled from the solid at the option of the Engineer. The holes shall not be more than 0.5mm larger than the external diameter of the bolt.
3. When holes are drilled in one operation through two or more separable members, these members shall be tightly clamped and when so specified by the Engineer, shall be separated after drilling and the burrs removed.
4. All holes not drilled through all thicknesses in one operation shall be drilled to a smaller

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

punched or drilled, and shall not be formed or enlarged by a gas cutting process.

2. Holes shall be circular without striations, and their walls shall be perpendicular to the member surface.
3. Drifting to enlarge unfair holes shall not be permitted.
4. If any holes must be enlarged to admit rivets or bolts, such holes shall not be filed or burned but reamed.
5. Poor matching of holes shall be cause for rejection.

b. Punching

1. Punching may be permitted before assembly, provided the holes are sub-punched 3mm less in diameter than the required size and reamed after assembly to the full diameter. The thickness of the material punched shall be not greater than 16mm.
2. Holes in roof trusses, light frame work, secondary beam and connections, gusset plates and cleat angles may be punched full size through the material, provided that the thickness of the metal does not exceed 13mm and the holes are for the black bolted and riveted connections.

4.6

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

a min. 20 mm before gas cutting.

1. Mechanically-guided torch cutting may be permitted for mild steel only. Gas cutting of high tensile steel may also be permitted provided special care is taken to leave sufficient metal to be removed by machining so that all metal hardened by the flame is removed.
 2. Manually-guided torch cutting may be permitted subject to the approval of the Engineer.
- e. Tolerances allowed for the dimensions of pieces which are cut are given below:
1. Fabrication of open structural shapes
 - Transverse joining edge $\pm 1\text{mm}$
 - Longitudinal joining edge $\pm 2\text{mm}$
 - Free edge $\pm 3\text{mm}$
 2. Fabrication of closed structural shapes
 - Joining edge less than 10 meters $\pm 2\text{mm}$
 - Joining edge greater than 10 meters $\pm 3\text{mm}$
 - Free edge $\pm 4\text{mm}$

4.9 HOLING

a. General

1. All holes for rivets or bolts shall be either

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

4.8 CUTTING

- a. General: Cutting of steel plates and sections shall be done by shearing, sawing or flame cutting. Hand cutting of steel upto 10 mm thickness may be permitted subject to the approval of the Engineer.
- b. Shearing shall be used for material 12 mm or less in thickness to be welded by butt joints and for all thicknesses of material permitted to be welded by lap joints. Sheared edges shall be clean, reasonably square and free from any distortions, and should the Engineer find it necessary, the edges shall be ground down afterwards.
- c. Sawing: The edge cut by a mechanical saw shall be carefully examined for nicks, breakage irregularities and barbs. These shall be removed to the satisfaction of the Engineer.
- d. Gas Cutting: The use of a gas cutting torch is permissible if the metal being cut is not carrying substantial stress during the operation. Gas cutting shall give a smooth and uniform surface, and shall be cleansed of all slag accumulation before welding. Except where the material is subsequently joined by welding, no loads shall be transferred into metal through a gas cut surface. Re-entrant cuts shall be filleted to a radius of

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

- b. Gauge tracing shall be made with instruments in good condition and which shall be checked at fixed intervals of utilizations so as to avoid errors.
- c. When making gauges for pieces which are to be welded, the shrinkage of the pieces due to welding shall be taken into account and the dimensions given in the drawings shall be accordingly adjusted.

4.6 TRACING

- a. Tracing of pieces shall be done on stands and supports which assure the laying of the pieces without any deformation of the pieces or gauges above the permitted tolerances.
- b. The traced pieces shall be properly identified by a paint or by a punch.

4.7 MAKING UP

- a. Each individual member shall be of one run. In the event this is not possible, the splice detail made of one or more pieces shall be according to the standard methods for splicing, the details of which shall be submitted by the Contractor and approved by the Engineer.

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

- e. All shop drawings prepared by the Contractor and approved by the Engineer are deemed to represent the correct interpretation of the work to be done. However, the Contractor is not relieved of the responsibility for accuracy of detailed dimensions shown thereon.
- f. These drawings shall clearly distinguish between shop and field rivets, bolts and welds.
- g. Shop drawings shall be made in conformity with the best modern practice and with due regard to speed and economy in fabrication.

4.4 MATERIALS

- a. Rolled materials before fabrication shall be straight unless required to be of curvilinear form.
- b. If straightening is necessary, it shall be done by the methods outlined in section 2.2.d.1.
- c. Sharp kinks, bends, and twist shall be cause for rejection of the material.

4.5 GAUGING

- a. Gauging shall be done after the full scale marks are plotted on a piece.

STRUCTURAL STEEL FABRICATION

equipped workshop within reasonable proximity to the site.

- c. No material shall be manufactured in the rolling mill or work done in the shop, before the Engineer has been notified in advance so that inspection may be provided.

4.3 SHOP DRAWINGS

- a. The Contractor shall prepare and submit in duplicate detailed shop drawings to the Engineer for his examination and approval before fabrication. After approval two final copies shall be supplied to the Engineer for his records.
- b. No purchase of material and fabrication shall begin until such drawings have been approved. However, when material must be ordered in advance, specific approval of such an action shall be obtained by the Contractor from the Engineer before placing the order.
- c. Any work done prior to the approval of these drawings shall be at the Contractor's risk.
- d. These drawings shall give full detailed dimensions and sizes of component parts of the structure and details of all miscellaneous parts, such as the size and types of rivets, bolts, nuts, pins etc., and shall clearly define all fastening methods.

SECTION 4
STRUCTURAL STEEL FABRICATION

4.1 GENERAL

- a. Fabrication of structural steel consists of all operations necessary to prepare members or groups of members for erection into final structures. It includes the procuring of the required steel prior to shop operation, actual shop operations, and arrangements for delivery of the fabricated parts.
- b. Procedures used in the fabrication of steel structures vary, depending upon the type of structure, availability of equipment and the Engineer's preference. Although fabrication procedures cannot be fully standardized the following general pattern of work shall be considered.

4.2 WORKMANSHIP

- a. The workmanship and finish shall be equal to the best general practice in modern structural steel workshops.
- b. As much steel-work, as is reasonably practicable having due regards to transportation and erection facilities, shall be fabricated in an adequately

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

8. Driven rivets when struck with a rivet testing hammer shall be free from movement and vibration.

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

f. Quality Control of Rivets

1. All rivets that are loose, burned, scaled excessively, badly formed, or otherwise defective shall be removed and replaced with satisfactory rivets.
2. In removing rivets, care shall be taken not to injure the adjacent material, and if necessary, they shall be drilled out.
3. All rivets whose heads are cracked, defective in size and form or whose heads are eccentric with the shanks shall be cut out and replaced by sound rivets.
4. Stitch rivets that are loosened by driving of adjacent rivets shall be removed and replaced to the satisfaction of the Engineer.
5. Caulking, recupping or double gunning of rivet heads will not be permitted.
6. Rivet heads when not countersunk, shall be of standard approved shape, except in certain places where clearances are required flattened heads may be used, and shall be of uniform size for the same diameter of rivet.
7. Rivets which sparkle considerably when withdrawn from the forge are usually burned and shall be rejected.

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

e. Riveting of Parts

1. Rivets shall be driven by power riveters, of either compression or manually operated type, employing pneumatic, hydraulic or electric power.
2. Shop rivets shall be machine driven preferably by direct-acting rivet machines of a steady pressure type, the pressure being maintained on the rivet for a short time after the head is formed.
3. When the use of a direct-acting rivet machine is not practicable, pneumatic hammers of approved size shall be used.
4. Approved beveled rivet sets shall be used for forming rivet heads on sloping surfaces.
5. After a rivet is heated and before it is inserted in the hole, it shall be free from slag and scale and which is checked by striking the hot rivet on a metal surface.
6. After driving, they shall be tight, completely fill the hole while hot and with their heads in full contact with the surface of the member.
7. In riveting along a column or built-up girder, the riveting must be carried forward on all lines uniformly together as far as practicable.

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

2. Surfaces of metal in contact shall be cleaned before assembling.
 3. Assembled pieces shall be taken apart, if necessary, for the removal of burrs and shaving produced by the reaming operation before riveting is commenced.
- d. Assembly of Parts to be Riveted
1. Members to be riveted shall have all parts firmly drawn and held together before and during riveting and special care shall be taken in this respect for all single riveted connections. For multiple connections, a service bolt shall be provided in every third or fourth hole.
 2. End connection angles, stiffener angles, and similar parts shall be carefully adjusted to correct position and bolted, clamped or otherwise firmly held in place until riveted.
 3. Parts not completely riveted in the shop shall be secured by bolts, in so far as practicable, to prevent damage in shipment and handling.
 4. The drifting done during assembling shall be only such as to bring the parts into position, and not sufficient to enlarge the holes or distort the member. Drifts of a larger size than the nominal diameter of the hole shall not be allowed.

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

2. Hot Driven Rivets

- a. The rivets shall be heated uniformly throughout their length to a "light cherry red colour" by an electrical resistance rivet heater, an oil or gas-fired furnace or by any other approved method without burning or excessive scaling.
- b. They are then inserted in the punched or drilled holes of the steel pieces to be connected and while hot the riveting hammer shall shape the head.
- c. As the rivet cools it shall grip the plates tight, producing tension in the shank of the rivet and compression between the plates.

3. Cold-Driven Rivets

- a. The rivets shall be driven at room temperature and require large pressures to form the head and complete the process.
 - b. The inconvenience of using the equipment in the field limits the use of this process.
- c. Preparation of Members to be Riveted

1. Preparatory to the shop riveting of full-sized punched members, the rivet holes, if necessary, shall be spear reamed for the admission of the rivets.

3.4 RIVETED CONNECTIONS

a. Materials

1. Mild Steel Rivets : Unless otherwise specified, structural carbon steel for riveted construction shall conform with I.S.I.R.I. specification.
2. High Tensile Steel Rivets shall comply with ISIRI No. . Steps shall be taken to ensure that the rivets are so manufactured that they can be driven and the heads formed satisfactorily, and that the physical properties of the steel are not impaired.

b. Types of Rivets

1. General

- a. Rivets shall be of sufficient length to form a head of standard dimensions.
- b. The heads of rivets shall be of the snap (cone, steeple, button or mushroom) type, neatly made and concentric with the hole but when projecting head is not possible or is inconvenient, countersunk head shall be used to give a flush finish.
- c. Rivets up to 12mm in diameter may be driven hot or cold. Rivets larger than 12mm in diameter shall be driven hot unless they are driven with compression riveters.

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

tightened by calibrated wrenches shall be done in the presence of the Engineer. The calibrated wrenches shall be set such as to induce a bolt tension 5% to 10% in excess of the minimum bolt tension value. These wrenches shall be calibrated at least once each working day by tightening, in a device capable of indicating actual bolt tension, not less than three typical bolts of each diameter from the bolts to be installed.

2. The Engineer will observe the installation and tightening of bolts to determine that the selected tightening procedure is properly used and all bolts properly tightened. The installation of lock-pin and collar fasteners shall be by methods and procedures approved by the Engineer.
3. The tolerance of bolts (difference in diameter between bolt and hole) shall be as follows.
 - a. Black bolts max. 1.5mm
 - b. Turned bolts max. 0.13mm

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

but nuts need not. Washers shall be quenched and tempered.

7. Bolted parts shall fit solidly together when assembled and shall not be separated by gaskets or any other interposed compressible material.
8. Wherever there is a risk of nuts becoming loose due to vibration or alternation of stresses, they shall be securely locked in position by a cotter pin with a castellated nut and a hole drilled in the bolts or by jam nuts, with the heavy nut on outside, or by special nuts known as "locknuts". High initial tension in the bolts, as in high strength bolts, also prevents nuts from loosening.
9. Bolts in clearance holes, other than high strength friction grip bolts, shall not be used for carrying a force through a connection, subject to impact or vibration or to reversal of stress (unless such reversal is due solely to wind forces), except in cases where no adverse effect on the structure would result from slipping of the bolts.

f. Quality Control of Bolting

1. Checking tension in high strength bolts

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

4. Defects

- a. Defects which may appear during assembling shall be made good with the consent of and according to the procedure laid down by the Engineer.

e. Bolting of Parts

1. Before they are set in place, all field bolts shall be dipped in anti-rust paint.
2. Bolts shall have single self-locking nuts or double nuts unless otherwise shown on the drawings.
3. Tightening of bolts should be done carefully using long tailed spanners or mechanical devices such as calibrated wrenches.
4. The ends of bolts and nuts shall rest on the member with complete contact area. Beveled washers shall be used where bearing faces have a slope of more than 1:20 with respect to a plane normal to the bolt axis.
5. Threads of bolts shall be outside the holes by at least two pitches. To achieve this a washer or seat nut shall be provided under the nut.
6. All bolts are required to be heat-treated

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

holes reamed to specified size while the connections are being assembled.

- b. The test assembly shall consist of connection of all members of each unit at one time.
- c. A minimum of one test per every ten units shall be made for the same type of construction.

2. Alignment

- a. The drifting of holes done during test assembling shall be only such as to bring the parts into position, and not sufficient to enlarge the holes or distort the metal.

3. Camber

- a. A camber diagram shall be furnished to the Engineer by the fabricator showing the camber at each panel point of each truss, continuous beam line, plate girder or rigid frame. When the unit is assembled, the camber diagram shall show the camber measured in test assembly.
- b. Each test assembly, including camber, alignment, accuracy of holes and fit of milled joints, shall be approved by the Engineer before reaming is commenced.

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

bolt.

c. Preparation of Surfaces to be Bolted

1. All joint surfaces, including those adjacent to the bolt heads, nuts or washers, shall be free of dirt, loose scale, burrs and other foreign material, except tight mill scale, that would prevent solid seating of parts.
2. Contact surfaces within friction-type joint shall be free of oil, paint, lacquer, rust inhibitor or galvanizing.
3. The slope of surfaces of bolted parts in contact with the bolt head and nut shall not exceed 1:20 with respect to a plane normal to the bolt axis, as far as possible.
4. The surface shall be free from twists, bends and other deformations.

d. Test Assembly of Parts to be Bolted

1. Shop Test Assembly

- a. The field connections of main members of trusses, bents, continuous beam spans, tower, plate girders and rigid frames shall be test assembled, to check corrections of fit, in the shop with the milled ends of compression members in full bearing, and then shall have their subsize

hammers or similar hand tools. They can be tightened with ordinary wrenches.

4. High Strength Friction Grip Bolts

- a. These bolts are made from high carbon quenched and tempered steel. They shall have a minimum ultimate tensile strength varying from 8750 Kg/cm^2 for the smaller bolts (6mm to 12mm diameter) to 7250 Kg/cm^2 for the larger bolts (30mm to 40mm diameter).
- b. Holes for these bolts may be made to the same tolerance as unfinished bolts, as high strength friction grip bolts depend upon friction developed between the surfaces of the connected members by the clamping action produced when the nut or bolt is tightened to a predetermined tension load.
- c. Site rivets may be substituted by high strength friction grip bolts with the approval of the Engineer.
- d. Tension in these bolts is produced by means of impact wrenches calibrated to produce a bolt tension 15% in excess of the required minimum tension. Hardened-steel washers under the bolt and nut shall be used to distribute the pressure of the head and nut and thereby prevent the cutting into the relatively soft structural steel parts held by the

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

reamed , with bolts furnished to provide for a light driving fit (not more than 0.15mm larger than the external diameter of the bolt).

- c. Turned bolts in close fitting holes may be used in shop or field work where it is impracticable to drive satisfactory rivets.
- d. These bolts are driven into place with the thread entirely outside of the holes and a washer under the nut to give full grip (no slip under load) when the nuts are turned tight.

3. Ribbed Bolts

- a. Ribbed bolts shall have a shank of approved form with continuous longitudinal ribs. The diameter of the shank measured on a circle through the points of the ribs shall be 2mm greater than the nominal diameter specified for the body.
- b. Holes for ribbed bolt shall be slightly smaller than the diameter of the shank on the rib so as to give a driving fit.
- c. This type of connection is considered to have the same value as a riveted connection of similar design and rivet size.
- d. Ribbed bolts must be driven with pneumatic

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

1. Common or Black Bolts

- a. These are unfinished bolts forged from rolled steel, round rods and have large tolerance on shank and unless otherwise indicated it shall be assumed that this type of bolt is to be used.
- b. Holes for unfinished bolts, shall have a permissible clearance, that is difference in the diameter of the hole and bolt, not exceeding 1.5mm for all sizes of bolts.
- c. These bolts shall be used in connections such as for purlins, girts, and other minor connections where rigid joints are not required.
- d. These bolts may be placed without any special tools and may be tightened with ordinary wrenches.

2. Turned or Close Tolerance Bolts

- a. These are turned or finished to have a close tolerance 0.00mm over, 0.15mm under the normal diameter, and which have the diameter of the threads equal to the normal diameter of the bolt.
- b. Holes for turned or finished bolts shall be close fitting, being carefully drilled or

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

1. Bolts

- a. Mild steel bolts : All mild steel bolts and nuts shall have a tensile strength of not less than 4400 Kg/cm^2 and a minimum elongation of 17 per cent.
- b. High tensile steel: The steel used for the manufacture of high tensile steel bolts, and nuts shall be quenched and tempered with a minimum yield strength of 5800 Kg/cm^2 .
- c. Special Quality : The material used for the manufacture of special quality high tensile steel bolts and nuts shall have the mechanical properties appropriate to the particular class of steel and shall be approved by the Engineer.

2. Washers

- a. Plain : Plain washers shall be made of the steel corresponding to the bolt type.
 - b. Tapered or other specially shaped washers shall be made of mild steel or malleable cast iron.
- b. Types of Bolts : Bolts in structural steel practice are classified under four principal types.

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

1. Defective welds shall be corrected by removing and replacing the entire weld, or:

- Cracks in Welds or Member: determine full extent of crack by dye penetrant method or other positive means. Remove crack throughout its length and depth and re-weld.
- Lack of Fusion and Porosity : remove defective portions and reweld.
- Undercutting and Under size welds: Clean and deposit additional weld metal.
- Slag Inclusions : remove defective portions and reweld.

b. The defective areas shall be removed by chipping and machining. Oxygen cutting shall not be used. Before rewelding the joint shall be inspected to assure that all of the defective weld has been removed. If dye penetration has been used to inspect the weld, all traces of penetrant solution shall be removed **with a solvent**, water, heat or other suitable means before rewelding.

3.3 BOLTED CONNECTIONS

a. Materials

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

base metal and weld metal to fuse at the root. This defect may be due to faulty design of the groove, such as excessive root-face dimension, insufficient root gap or groove angle or insufficient current. Incomplete penetration may be the cause of cracks due to shrinkage.

- d. Slag Inclusions are the metallic oxides and other solid compounds found as elongated or globular inclusions. These oxides are the result of chemical reactions among the metal the air, and the electrode coating during deposition and solidification of weld metal. Rapid chilling of weld metal and insufficient groove angle may prevent release of slag. Slag inclusions present a particular problem in vertical and overhead welding.
- e. Porosity is the presence of globular voids or gas pockets in the weld metal. Porosity is frequently due to the use of excessive current or excessive arc length.

5. Corrections

- a. Instead of rejecting an entire piece or member containing welding which is unacceptable, the corrective measures listed below may be permitted by the Engineer.

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

- d. Welding procedures shall be submitted for approval to the Engineer.
 - e. No temporary or permanent welds, if not shown on the plans or permitted in the specification, shall be made without specific written authorization by the Engineer.
 - f. All weldings must have at least, the strength of basic material.
2. Welding Defects : The Contractor shall endeavour to avoid the following welding defects which constitute poor workmanship and could be cause for rejection by the Engineer.
- a. Undercutting is the burning away of base metal. The tendency for undercutting depends on electrode characteristics and welding position, frequently caused by excessive current and excessive length of arc. Undercutting is easily detected by visual inspection of the weld.
 - b. Lack of Fusion is failure of base metal and weld metal to fuse at any point in the groove other than the root. If surfaces are properly cleaned and the electrode size, speed, and current are properly selected, complete fusion is assured.
 - c. Incomplete Penetration is the failure of the

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

formed with light blows from a power hammer using an elongated round-nose tool. Peening shall be done after the weld has cooled to a temperature warm to the hand. Care shall be exercised to prevent scaling, flaking or cold working of weld and base metal from over-peening.

f. Quality Control1. Workmanship

- a. Welding shall be performed only by qualified welders. A list of prospective welders shall be submitted to Engineer who at his discretion may accept evidence of previous qualifications of **any welder** or check their qualifications by testing to failure two samples of welds in each of the three positions, viz, down-hand, horizontal and up-hand.
- b. The same process and type of equipment that is required for execution of the construction work shall be used in qualifying welders.
- c. The quality of workmanship of each welder shall be continuously checked by visual inspection as the welding progresses. If the quality of work of any welder appears to be below standard, the Engineer may require a retest of his qualifications.

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

into the subsequently deposited weld metal.

9. In built-up members, the procedure and sequence of welding shall be such as will avoid needless distortion and minimize shrinkage stresses. When it is impossible to avoid high residual stresses in the closing welds of a rigid assembly, such closing welds shall be made in compression elements.
10. Backing strips, used for complete-penetration butt weld, may be removed by means of gas cutting, after welding is completed, provided no injury is done to the base and weld metal and the weld surface is left flush or slightly convex, with the full throat thickness.
11. Complete-penetration butt welds without the aid of backing strips shall have the root of the initial layer gouged or chipped out on the back side before welding is started from that side, and shall be so welded as to secure sound metal and complete fusion throughout the entire intended cross section.
12. Incomplete-penetration butt welds shall be made with as nearly complete penetration and internal soundness as the formation of the joint and the method of welding will permit.
13. Peening of multiple-layer welds shall be per-

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

strip.

4. For manually executed long welding strips, welding shall be done in steps on length of 200 to 400mm. Successive weld layers shall be deposited in a reverse direction in relation to the proceeding ones.
5. Welds shall be allowed to cool slowly. Any system of cooling acceleration is not permitted.
6. Each bead of a multi-pass weld shall be cleaned of slag and other loose deposits before applying the next bead.
7. No welding shall be done when the temperature of the base metal is lower than -18°C . At temperatures between -18°C and 0°C the surfaces of all areas within 8 centimeters of a point where a weld is started shall be heated until they are not too hot to touch before welding is started.
8. Tack welds used in the assembly of joint shall be removed and shall not remain in the finished joint when the joints are manually welded. If welded by the submerged arc process, the tack weld, if it is sound, shall be thoroughly cleaned of all welding slag and thoroughly fused

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

than 40mm), or greater than 3mm (for t greater than 40mm).

2. Edge Step for pieces forming a closed structural shape shall not exceed 1mm.
3. Thickness Differences for Pieces Under Dynamic Stresses: The equalizing of thickness difference shall be done by grinding.
4. Level Differences: If the level difference is greater than that indicated for edge unevenness, the thicker member shall be planed or ground down to a slope of 1:5 .

e. Welding of Parts

1. The Contractor shall submit details of welding plant, welding procedure and sequence of welding and shall obtain the approval of the Engineer before he begins welding.
2. Weldings to the dimensions shown on the drawings shall be made with automatic, semi-automatic or manual welding machines.
3. The continuity of an interrupted strip of weld shall be achieved by melting the end of the existing weld before laying the new extension

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

practicable, and one member of a joint shall be free to move longitudinally to allow for shrinkage in the weld metal.

2. Alignment

- a. Lap Joints : The plates forming a lap joint shall be held in as close contact as possible during welding and in no case shall the separation be greater than 1.5mm. Where separation, more than 1.5mm, occurs the weld size shall be proportionately increased by that amount of separation.
- b. Butt Joints: In butt joints the adjoining plates shall be accurately held in position during welding, so that in the finished joint, the center lines of adjoining plate edges shall not have an offset from each other, at any point, in excess of 10 percent of the thickness of the thinner plate or 1.5 mm whichever is larger.

3. Tolerances

- a. Lap Joints: Inalignment shall not exceed 1.5mm
- b. Butt Joints
 1. Edge Unevenness: Perpendicular to the joining plane shall not be more than $0.1 t$, (where t is the thickness of the thinner plate), or greater than 2mm (for t less

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

c. Preparation of Surfaces

1. Surfaces to be welded shall be free from loose scale, slag, rust, grease, paint and any other foreign material except mill scales which withstand wire-brushing.
2. Such surfaces shall also be smooth, uniform and free from fins, tears, burrs, and other defects which adversely affect proper welding.
3. Where the steel has been delivered painted, the paint shall be removed before field welding for a distance of at least 50mm on either side of joints.
4. When the thickness of materials to be welded exceeds 35mm, the surfaces within a minimum distance of 4 times the thickness from the edges where welding is to be started shall be heated to a temperature of 95°C, and at least this temperature shall be maintained for 4 thickness each side of the arc as welding progresses.
5. Welding surfaces shall not be wet from rain, snow or ice falling on it when welding is being done,

d. Assembly of Welding Parts

1. Positioning : The parts to be welded shall be positioned for flat position welding whenever

STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

3. Welding Flux shall have alkaline characteristics and must correspond to the conditions required by the kind of stresses and mechanical characteristics imposed at the joints. During welding the flux humidity shall be less than 0.1% .
 4. Storage facilities shall be provided by the Contractor for keeping welding electrodes, welding wire and flux clean and dry. They shall be properly protected against damage from dampness by storing in airtight containers or well heated and adequately ventilated stores. Welds made with moist electrodes will frequently contain underbead cracks, particularly if the base metal is one of the higher strength steels.
- b. Types of Welds: Welds in structural steel practice can be broadly classified under the following two types:
1. Shop Welds are those which are carried out under controlled conditions, and for which the quality requirements are more stringent as outlined in I.S.I.R.I
 2. Field Welds are those carried out **at** the site of works and/or on the steel structure under erection. Since quality control at the site of works, in most cases, is difficult the safety factor shall be proportionately **higher**.

SECTION 3
STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS

3.1 GENERAL

a. Three basic type of connections are permissible, namely:

- welded connections
- bolted connections
- riveted connections

The execution of welding should be accorded to publications No. 20, 21, 22, 23, 24 and 26 of Technical Research and Standard Bureau- Plan and Budget Organization.

3.2 WELDED CONNECTIONS

a. Materials

1. Welding Electrodes

a. Welding electrodes either of mild steel, or high tensile steel shall be of an approved make and shall comply with the relevant ISIRI specifications.

b. Electrodes with their coating damaged from dampness or from any other cause shall not be used.

2. Welding Wire shall be free from rust, oil and other impurities and shall be from an approved manufacturer.

QUALITY OF STRUCTURAL STEEL

- (b) Shop Camber: For rolled beams, the excess camber shall be removed by the use of a gag press or by flame shortening of the convex flange.

8. Cracked Materials

- (a) Cracked material shall be rejected.
- d. Substitution: Substitutions of member sizes and sections, or modification of details, or both, shall be made only with specific approval of Engineer and shall be based on shop drawings submitted by the Contractor.
- e. Rejection: All materials with super-positions, stratifications, exfoliations, segregations, curvature (twisting or sword curvatures), variations of dimensions or other defects which do not fall within standards and codes shall be rejected and removed from site. Any structural steel may be rejected at any time prior to final acceptance of the erected structure when in the opinion of the Engineer the materials and workmanship do not conform to the specified requirements.

QUALITY OF STRUCTURAL STEEL

2. Pipes

- (a) Important Plates, with pipes (cavity, veins), which carry computed stresses, will be rejected.

3. Laminations

- (a) Major structural members showing lamination are usually gouged out and reinforced. The decision depends on the extent of the lamination and on the importance of the piece involved.

4. Buckles

- (a) Buckles in girder webs are almost impossible to remove. Webs may be held straight by a stiffener over the center of the buckle, if permitted by the Engineer.

5. Kinks

- (a) Any kink shall be removed by methods which will not injure the metal, otherwise the piece shall be rejected.

6. Fills

- (a) Underfills generally shall be a cause for rejection.
- (b) Overfills may be accepted if the resulting appearance is not objectionable.

7. Cambers

- (a) Mill Camber: Beams and channels with excessive camber shall be straightened after allowing for any camber called for on the drawings.

QUALITY OF STRUCTURAL STEEL

reports and require shop inspection prior to delivery to the site. The Engineer may at anytime call for the testing of a sample of material by an authorized laboratory from each lot of 10 tons(max.) to the following tests:

- Tensile and Elongation test.
- Cold Bending test.
- Bending Impact test.
- Chemical Composition test.

c. Correction of Defects

1. Straightening: All materials shall be straight (i.e. the ratio of maximum curvature to span length does not exceed 1:1000 and, in no case, the absolute curvature is greater than 10 mm.) unless required to be of a curvilinear shape, and shall be free from twists. If straightening and/or flattening is necessary, it shall be done by methods that will not injure the metal, that is, by means of rollers, presses or other machines which ensure a gradual application of load. Straightening by hammering will not be permitted.
 - (a) Cold Straightening of a piece is permissible if its curvature does not exceed the values indicated in Appendix I.
 - (b) Hot Straightening of a piece with a curvature greater than that indicated in Appendix I, shall be done at a temperature of 700°C over that portion to be rectified. Straightening of pieces heated to blue shall not be allowed.

SECTION 2

QUALITY OF STRUCTURAL STEEL

2.1 CLASSIFICATION OF QUALITY

- a. General: All structural steel used in general construction shall comply with the Iranian Standard Specification and shall meet the following minimum requirements:

1. Standard Quality

Yield point Stress 2200 ± 100 kg/cm²
Ultimate tensile strength....3700 kg/cm²
Elongation at Ultimate strength.....22%-25%

2. High Strength Quality

Yield point Stress 3600 ± 100 kg/cm²
Ultimate tensile strength....5200 kg/cm²
Elongation at Ultimate strength22%

- b. Special Quality: Structural steel with special physical and chemical characteristics may be used only with specific approval of the Engineer based on the certificates of testings by a qualified laboratory.

2.2 QUALITY CONTROL

- a. General: Steel shall be free from all internal and external defects impairing strength, durability and appearance.
- b. Testing: The Engineer may require mill tests and inspection, or he may accept certified mill test

GENERAL REQUIREMENTS

quantities of samples or other satisfactory evidence as to the kind and quality of materials and workmanship, when so required by the Engineer.

- c. Material delivered to the site which are in any way inferior to the approved samples and/or fail to meet the relevant requirements shall be rejected and removed from the site.

1.4 PREVALENCE OF DOCUMENTS

- a. Where the Contract Drawings and the clauses of this specification contradict, the contractor drawings are prevail.

1.5 INSPECTION

- a. The Engineer shall have free access, at all reasonable times, to inspect the materials in the mill, stockyard, shop and field. However, this shall not relieve the Contractor of his responsibilities to furnish satisfactory materials.

SECTION 1

GENERAL REQUIREMENTS

1.1 SCOPE OF WORK

- a. Structural steelwork shall include the provision of all labour, materials, equipment and services, and the performance of all operations required for the complete execution of all works as specified herein or indicated on the Drawings, in accordance with the requirements of the Contract Documents and to the complete satisfaction of the Engineer.

1.2 STANDARDS AND CODES

- a. All materials shall meet the requirements of the respective Iranian Standards (I.S.I.R.I.) and such additional requirements as specified herein. The materials which have not been covered in these specifications and for which no Iranian Standards have been prepared shall meet the requirements of such International Standards and Codes approved by the Engineer.

1.3 SAMPLES AND TESTS

- a. All materials and workmanship shall be subjected to the test indicated hereinafter and/or any additional test as may be required by the Engineer.
- b. The Contractor shall, before proceeding with the works and at his own expense, furnish for approval sufficient

5.12	Clean up	5-11
5.13	Erection, Inspection and Acceptance	5-11 to 5-12

SECTION 6 - APPENDICES

6. 1	Straightening of Materials	6-1 to 6-2
6. 2	Fabrication Tolerances	6-3 to 6-4
6. 3	Erection Tolerances	6-5 to 6-7

4. 4	Materials	4-3
4. 5	Gauging	4-3 to 4-4
4. 6	Tracing	4-4
4. 7	Making up	4-4
4. 8	Cutting	4-5 to 4-6
4. 9	Holing	4-6 to 4-9
4.10	Clearances	4-9
4.11	Bending	4-9 to 4-10
4.12	Machining	4-11
4.13	Templating	4-11 to 4-12
4.14	Bases to Columns and Trusses	4-12
4.15	Tubular Members	4-13
4.16	Shop Assembling	4-13 to 4-15
4.17	Fabrication Tolerances	4-15
4.18	Shop Painting	4-15 to 4-16
4.19	Fabrication Inspection	4-17 to 4-18
4.20	Dispatching to Site For Erection	4-18 to 4-21

SECTION 5 - STRUCTURAL STEEL ERECTION

5. 1	General	5-1
5. 2	Erection Drawings	5-1 to 5-2
5. 3	Plant and Equipment	5-2
5. 4	Delivery of Fabricated Material	5-2 to 5-3
5. 5	Handling and storing of Materials	5-3 to 5-4
5. 6	Falsework	5-4 to 5-5
5. 7	Setting out of Erection	5-5
5. 8	Security During Erection	5-6
5. 9	Field Assembling	5-6 to 5-9
5.10	Erection Tolerance	5-9 to 5-10
5.11	Field Painting	5-10 to 5-11

C O N T E N T S

SECTION 1 - GENERAL REQUIREMENTS

<u>PARAGRAPH</u>	<u>DESCRIPTION</u>	<u>PAGE NO.</u>
1. 1	Scope of Work	1-1
1. 2	Standards and Codes	1-1
1. 3	Samples and Tests	1-1 to 1-2
1. 4	Prevalence of Documents	1-2
1. 5	Inspection	1-2
SECTION 2 - QUALITY OF STRUCTURAL STEEL		
2. 1	Classification of Quality	2-1
2. 2	Quality Control	2-1 to 2-4
SECTION 3 - STRUCTURAL STEEL CONNECTIONS		
3. 1	General	3-1
3. 2	Welded Connections	3-1 to 3-11
3. 3	Bolted Connections	3-11 to 3-20
3. 4	Riveted Connections	3-21 to 3-26
SECTION 4 - STRUCTURAL STEEL FABRICATION		
4. 1	General	4-1
4. 2	Workmanship	4-1 to 4-2
4. 3	Shop Drawings	4-2 to 4-3

GENERAL-TECHNICAL SPECIFICATION
OF
STRUCTURAL STEEL
(draft)